

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA UNIVERZITY KARLOVY

katedra fyzické geografie a geoekologie



**ROZBOR SEKULÁRNÍ TEPLOTNÍ ŘADY  
METEOROLOGICKÉ OBSERVATOŘE MILEŠOVKA  
(1905 - 2010)**

**ANALYSIS OF THE TEMPERATURE SERIES OF  
METEOROLOGICAL OBSERVATORY MILEŠOVKA  
(1905 - 2010)**

(diplomová práce)

Bc. Ondřej Lhotka

Vedoucí práce: RNDr. Ivan Sládek, CSc.

Praha 2012

## **Zadání diplomové práce**

**Téma: ROZBOR SEKULÁRNÍ TEPLOTNÍ ŘADY METEOROLOGICKÉ OBSERVATOŘE MILEŠOVKA (1905 – 2010)**

**Cíl:** Poznání zvláštností režimu teploty vzduchu na Milešovce, výskytu výjimečných hodnot teploty vzduchu, výrazných ochlazení a oteplení, trvání určitých otevřených intervalů teploty, trendy teplotních charakteristik. Práce bude doplňkem a rozšířením monografie R. Brázdila, J. Štekla a kol. „Klimatické poměry Milešovky“. Využije o 15 let delších řad pozorování a bude se zabývat aspekty klimatu, které ve zmíněné monografii nebyly zkoumány.

**Metody, území, zdroje dat:** Experimentální část práce se bude opírat o literární rešerši. Budou použity metody matematické statistiky aj. metody klimatologického výzkumu, zčásti i postupy vytvořené ad hoc, neboť téma nelze řešit podle hotových vzorů. Budou použity metody analýzy časových řad a zjišťování trendů. Práce se bude zabývat pozorováním jediné observatoře (mimořádného významu – je to jediná česká stanice, kterou WMO zařadilo mezi referenční stanice Globálního klimatického pozorovacího systému, Global Climate Observing System). Zdrojem dat bude ÚFA AVČR.

Datum zadání: listopad 2010

Jméno studenta: Bc. Ondřej Lhotka

Podpis studenta:

Jméno vedoucího práce: RNDr. Ivan Sládek, CSc.

Podpis vedoucího práce:

Jméno vedoucího katedry: Doc. RNDr. Vít Vilímek, CSc.

Podpis vedoucího katedry:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje.

v Praze dne 26.4.2012

podpis

.....

## ABSTRACT

Meteorologická observatoř Milešovka je z klimatologického hlediska jednou z nejvýznamnějších stanic v České republice. V době zpracování této diplomové práce byla k dispozici řada denních hodnot průměrné teploty vzduchu o délce 106 let. Tato pozorování, na rozdíl od řady jiných observatoří, nejsou ovlivněna městským tepelným ostrovem. Roční trend průměrné teploty vzduchu se oproti posledním studiím zvýšil na  $1,02^{\circ}\text{C}/100$  let, největší čtvrtletní trend je na jaře, nejmenší v zimě. Na Milešovce, narozdíl od nížinných stanic, dochází k nárůstu průměrné denní amplitudy teploty vzduchu. Délka mrazového období má klesající trend, naopak délka velkého vegetačního období i hlavního vegetačního období se prodlužuje. Bylo zjištěno, že 36 % absolutních extrémů maximální denní teploty vzduchu bylo naměřeno v období 1996-2010. Na druhou stranu, absolutní extrémy minimální denní teploty vzduchu jsou v tomto období vzácné. Subsezónní anomálie teploty vzduchu jsou tři a více dní trvající významné odchylky od shlazeného ročního chodu teploty vzduchu. Tyto anomálie jsou největší a mají nejdelší dobu trvání v zimě. Vymezené subsezónní anomálie teploty vzduchu mají velmi volný vztah ke klasickým teplotním singularitám.

From the climatological aspect, the meteorological observatory Milešovka is one of the most important stations at Czech Republic. When this master's thesis was written, the 106 years long set of the daily mean air temperature was available. This dataset is not influenced by the urban heat island. Beside the older studies, the trend of the mean annual air temperature increased on  $1,02^{\circ}\text{C}/100$  years. The highest value is in the spring, the lowest one in the winter. The value of mean diurnal temperature range is increasing. The duration of the frost period is decreasing, on the contrary, the length of the growing season is prolonging. 36 % of the absolute extremes of maximal daily temperature were detected in the period 1996-2010. On the other hand, the absolute extremes of minimal daily temperature are rare in this period. The sub-seasonal anomalies are three or more days long significant deviations from the smoothed annual progress of the air temperature. This anomalies of the air temperature has highest mean value of deviations and longest mean duration in winter. The relations between the sub-seasonal anomalies and the meteorological singularities are weak.

**Klíčová slova:** teplota vzduchu, sekulární teplotní řada, klima, změny klimatu, observatoř Milešovka

**Key words:** air temperature, long temperature series, climate, climate change, Milešovka observatory



## OBSAH

1. ÚVOD .....	7
2. POUŽITÁ DATA A METODY VÝZKUMU .....	11
2.1. Meteorologická observatoř Milešovka.....	11
2.2. Charakteristika použitých dat .....	12
2.3. Metody .....	13
3. VÝSLEDKY .....	16
3.1. Trendy teploty vzduchu a dalších charakteristik .....	16
3.1.1. Kolísání průměrné roční teploty vzduchu (1905-2010) .....	16
3.1.2. Kolísání průměrné čtvrtletní teploty vzduchu (1905-2010) .....	17
3.1.3. Kolísání průměrné měsíční teploty vzduchu (1905-2010) .....	19
3.1.4. Kolísání průměrných denní maxim, minim a amplitudy teploty vzduchu .....	24
3.1.5. Kolísání dne výskytu ročních extrémů průměrné teploty vzduchu .....	27
3.1.5.1. Kolísání dne výskytu nejvyšší průměrné teploty vzduchu v roce.....	27
3.1.5.2. Kolísání dne výskytu nejnižší průměrné teploty vzduchu v roce .....	27
3.1.6. Změny v délce trvání otevřených intervalů teploty .....	28
3.1.6.1. Období s převládáním průměrné denní teploty menší než 0°C .....	29
3.1.6.2. Období s převládáním průměrné denní teploty větší než 5°C .....	30
3.1.6.3. Období s převládáním průměrné denní teploty větší než 10°C .....	32
3.1.6.4. Charakteristiky otevřených intervalů teploty .....	34
3.1.6.5. Index koncentrace chladných dní .....	35
3.1.7. Absolutní extrémy teploty vzduchu .....	36
3.1.7.1. Roční chod absolutních extrémů teploty vzduchu .....	36
3.1.7.2. Období zaznamenání absolutních extrémů teploty vzduchu .....	37
3.1.7.3. Vazba absolutních extrémů teploty vzduchu na synoptické situace .....	41
3.2. Subsezónní anomálie teploty vzduchu .....	42
3.2.1. Jarní subsezónní anomálie teploty vzduchu .....	43
3.2.2. Letní subsezónní anomálie teploty vzduchu .....	45
3.2.3. Podzimní subsezónní anomálie teploty vzduchu .....	46
3.2.4. Zimní subsezónní anomálie teploty vzduchu .....	48
3.2.5. Vlastnosti subsezónních anomálií teploty vzduchu .....	50
4. POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ S POZNATKY JINÝCH AUTORŮ .....	52

5. ZÁVĚR .....	59
6. LITERATURA A ZDROJE DAT .....	60
7. SEZNAM PŘÍLOH .....	64

## SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Kolísání odchylek od průměrné roční teploty vzduchu na Milešovce .....	16
Graf 2: Kolísání odchylek od průměrné čtvrtletní teploty vzduchu na Milešovce .....	18
Graf 3: Kolísání odchylek od průměrné měsíční teploty vzduchu na Milešovce .....	20
Graf 4: Shlazené odchylky od průměrné měsíční teploty vzduchu na Milešovce .....	22
Graf 5: Kolísání průměrných denních maxim, minim a amplitudy teploty vzduchu.....	26
Graf 6: Kolísání dne výskytu největší průměrné teploty vzduchu v roce .....	27
Graf 7: Kolísání dne výskytu nejmenší průměrné teploty vzduchu v roce.....	28
Graf 8: Výskyt období s převládáním průměrné denní teploty menší než 0°C .....	29
Graf 9: Délka období s převládáním průměrné denní teploty menší než 0°C .....	30
Graf 10: Hodnota mrazového indexu .....	30
Graf 11: Výskyt období s převládáním průměrné denní teploty větší než 5°C .....	31
Graf 12: Délka období s převládáním průměrné denní teploty větší než 5°C .....	31
Graf 13: Hodnota teplotního indexu velkého vegetačního období .....	32
Graf 14: Výskyt období s převládáním průměrné denní teploty větší než 10°C .....	33
Graf 15: Délka období s převládáním průměrné denní teploty větší než 10°C .....	33
Graf 16: Hodnota teplotního indexu hlavního vegetačního období .....	34
Graf 17: Index koncentrace chladných dní .....	36
Graf 18: Absolutní extrémy teploty vzduchu pro jednotlivé dny v roce.....	37
Graf 19: Trendy v období zaznamenání absolutních extrémů teploty vzduchu .....	37
Graf 20: Trendy v období zaznamenání výjimečných absolutních extrémů teploty vzduchu..	38
Graf 21: Poměr mezi četností absolutních maxim a absolutních minim.....	38
Graf 22: Vazba abs. extrémů maximální denní teploty vzduchu na synoptické situace .....	41
Graf 23: Vazba abs. extrémů minimální denní teploty vzduchu na synoptické situace.....	42
Graf 24: Porovnání neshlazeného a shlazeného ročního chodu teploty vzduchu .....	43
Graf 25: Vztah počtu dní v jarních teplých subsezónních anomáliích k indexu NAO .....	44
Graf 26: Vztah počtu dní v jarních chladných subsezónních anomáliích k indexu NAO .....	44
Graf 27: Vztah počtu dní v letních teplých subsezónních anomáliích k indexu NAO .....	46

Graf 28: Vztah počtu dní v letních chladných subsezónních anomáliích k indexu NAO .....	46
Graf 29: Vztah počtu dní v podzimních teplých subsezónních anomáliích k indexu NAO .....	47
Graf 30: Vztah počtu dní v podzimních chladných subsezónních anomáliích k indexu NAO .....	48
Graf 31: Vztah počtu dní v zimních teplých subsezónních anomáliích k indexu NAO .....	49
Graf 32: Vztah počtu dní v zimních chladných subsezónních anomáliích k indexu NAO .....	49

## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Porovnání výsledků prací zabývajících se singularitami na Milešovce .....	9
Tabulka 2: Použité hodnoty Gaussova nízkofrekvenčního filtru .....	15
Tabulka 3: Charakteristiky odchylek od průměrné teploty vzduchu .....	24
Tabulka 4: Charakteristiky průměrných denních extrémů a amplitudy teploty vzduchu .....	25
Tabulka 5: Datum výskytu největší a nejmenší průměrné roční teploty .....	28
Tabulka 6: Charakteristiky otevřených intervalů teploty .....	35
Tabulka 7: Absolutní extrémy maximální teploty vzduchu .....	39
Tabulka 8: Absolutní extrémy minimální teploty vzduchu .....	40
Tabulka 9: Vlastnosti subsezónních anomálií teploty vzduchu .....	51

## SEZNAM MAP

Mapa 1: Model reliéfu Milešovky a přilehlého okolí .....	11
--	----

# 1. ÚVOD

Meteorologická observatoř Milešovka zahájila provoz v lednu roku 1905 a pracuje dodnes. Při zpracovávání této diplomové práce byla k dispozici řada průměrných denních teplot o délce 106 let. Právě díky déle než stoletému pozorování a své mimořádné poloze (kapitola 2.1.) byla v roce 1997 zařazena Světovou meteorologickou organizací (WMO) jako referenční stanice do Globálního klimatického pozorovacího systému jako jediná meteorologická observatoř v České republice.

O této observatoři bylo napsáno velké množství publikací a odborných prací. Především monografie „Klimatické poměry Milešovky“, která vyšla v roce 1999 a byla napsána Rudolfem Brázdilem, Josefem Šteklm a kolektivem dalších autorů. Další monografií je „Milešovka a milešovský region“, která byla vydána v roce 2005 a byla napsána autorským kolektivem pod redakcí Josefa Štekla. Publikace „Klimatické poměry Milešovky“ se věnuje historii místních meteorologických pozorování, klimatickou charakteristikou meteorologické observatoře, vztahu synoptických situací a lokálních meteorologických extrémů a kolísání vybraných charakteristik meteorologických prvků a jevů na Milešovce. Autoři přinášejí ucelené závěry, ovšem v kapitole o povětrnostních singularitách se tradované představy o jejich existenci potvrdily pouze z části (Brázdil, Štekl a kol., 1999), a proto zde zůstává prostor pro další výzkum tohoto fenoménu. Další významnou motivací pro psaní této práce byla možnost zjišťovat trendy teplotních charakteristik v časové řadě, která je oproti řadě použité ve výše zmíněné monografii delší o více než deset let. Teplotní řada použitá v této práci tedy pokrývá teplé období na začátku 21. století.

Singularita je v klimatologickém pojetí chápána jako pravidelně se opakující výskyt určitého typu počasí v průběhu let v určitém kalendářním období roku, který způsobuje anomální výkyv na křivce ročního chodu určitého meteorologického prvku (Smolen a kol., 1980). Teplotním singularitám na území České republiky se kromě výše zmíněné monografie věnoval již v padesátých letech dvacátého století Bayer (1955, 1956a, 1956b), kolektiv autorů (1969) v souborné studii zabývající se podnebím ČSSR, v odborných článcích Řezníčková, Brázdil, Tolasz (2007), Radová, Kyselý (2009) a další. Kolektiv autorů (1969) uvádí pro Českou republiku devět singularit:

- a) „vrcholení zimy“, tedy období nejnižších ročních teplot v polovině ledna

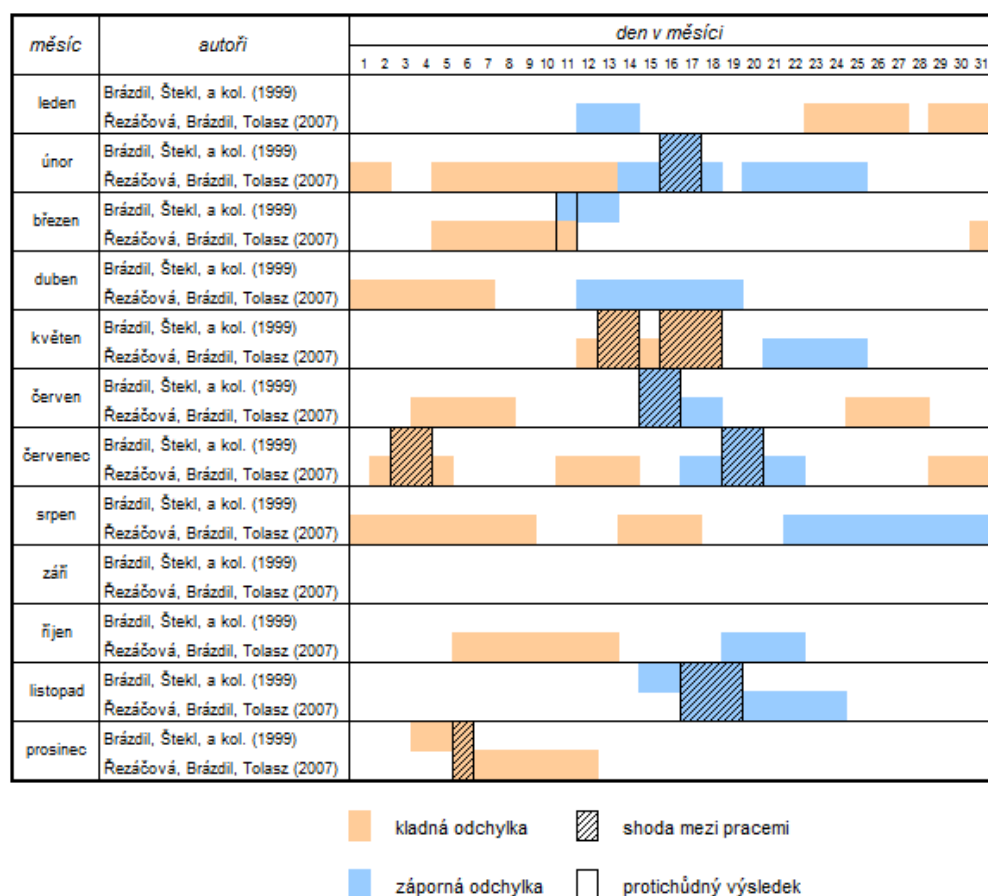
- b) „návrat zimy“, který přináší ochlazení na konci první únorové dekády
- c) „ochlazení v polovině března“
- d) „květnové ochlazení“ v důsledku vpádu studeného vzduchu ze severu (tzv. „ledoví muži“)
- e) „červnové ochlazení“ způsobené zesíleným západním a severozápadním prouděním
- f) „vrcholení léta“, tedy období nejvyšších ročních teplot v polovině července
- g) „babí léto“ způsobené anticyklonálním charakterem počasí na konci září
- h) „oteplení koncem listopadu“
- i) „vánoční oteplení“ způsobené advekci teplé oceánické vzduchové hmoty od západu

Brázdil, Štekl a kol. (1999) identifikovali v ročním chodu průměrné teploty vzduchu na Milešovce (1905-1994) celkem devět odchylek, trvajících déle než jeden den. Na hladině statistické významnosti  $\alpha = 0,05$  to byla ovšem pouze záporná odchylka ve dnech 15.-16. června, která lze snad přiřadit k singularitě „červnového ochlazení“ (Brázdil, Štekl a kol., 1999). Na hladině statistické významnosti  $\alpha = 0,1$  to byla záporná odchylka 15.-18. listopadu, která ve výčtu singularit není uvedena a kladná odchylka 5. – 6. prosince, která by možná mohla odpovídat singularitě „oteplení koncem listopadu“ (Brázdil, Štekl a kol., 1999). Další šest odchylek (tabulka 1) mělo statistickou významnost pouze  $\alpha = 0,2$ . Vazba mezi zvýšenými četnostmi modelových synoptických situací přinášející oteplení nebo ochlazení a teplotou vzduchu se prokázala pouze u jedné třetiny případů. V některých případech byla dokonce odchylka teploty opačná, než by mělo odpovídat převládající synoptické situaci (Brázdil, Štekl a kol., 1999).

Řezníčková, Brázdil, Tolasz (2007) se ve své práci zabývali singularitami na třinácti stanicích v České republice včetně Milešovky. Autoři na základě teploty vzduchu, množství srážek a atmosférického tlaku z pozorovaného období 1961-2002 vymezili několik odchylek, které se snažili přiřadit k výše uvedeným singularitám. Pro stanici na Milešovce to byly singularity „vrcholení zimy“ 12.-14. ledna, „návrat zimy“ 14.-16. února, „červnové ochlazení“ ve třech vlnách od konce května do poloviny července, „vrcholení léta“ ve čtyřech vlnách během července a srpna a „babí léto“ 6.-13. října. Dále bylo vymezeno několik odchylek teploty, které ovšem nekorespondují s uváděnými singularitami (tabulka 1).

Počet vymezených období s odchylkou teploty vzduchu a jejich délka se v těchto dvou pracích velmi liší (tabulka 1). Může to být zčásti zapříčiněno jinými metodami analýzy, ale také délkou použité datové řady. Bayer (1955) tvrdí, že při použití delší řady může docházet k vyhlazení některých singularit, které se mohou za delší dobu poněkud posunout. Dříve při studiu povětrnostních singularit totiž převládal určitý šablonovitý přístup, který vycházel z toho, že jsou předem známy singularity (viz výše), které by v časové řadě měly být nalezeny včetně jejich cirkulačních příčin (Brázdil, Štekl a kol., 1999). Vzhledem k tomu, že v ročním chodu jakéhokoliv meteorologického prvku je ale možné nalézt mnoho kalendářně vázaných odchylek, které jsou poplatné místu pozorování a zvolenému období zpracování, bylo by lepší místo klasicky chápaných singularit hledat subsezónní anomálie (například teploty vzduchu nebo srážek), jejichž výskyt je pro určitou část roku typický (Brázdil, Štekl a kol., 1999). Tomu nasvědčuje také práce zabývající se singularitami v Praze-Klementinu, kde se výsledky značně liší v závislosti na zvoleném období pozorování (Radová a Kyselý, 2009).

**Tabulka 1: Porovnání výsledků prací zabývajících se singularitami na Milešovce**



Zdroj dat: Brázdil, Štekl a kol. (1999), Řezníčková, Brázdil, Tolasz (2007)

Cílem této diplomové práce je, s využitím nejnovějších dat, popsat kolísání a trendy teplotních charakteristik jako průměrná roční, čtvrtletní a měsíční teplota vzduchu. Pomocí extrémních denních hodnot teploty vzduchu je možné také charakterizovat kolísání a trendy průměrných denní maxim, minim a amplitudy teploty vzduchu. Práce se dále bude zabývat časovou proměnlivostí a cirkulačními příčinami absolutních extrémů teploty vzduchu. Z aspektů klimatu, které Brázdil, Štekl a kol. (1999) nezkoumali, jsou v této práci vypracovány délky trvání určitých intervalů teploty vzduchu a časová proměnlivost výskytu maximálních a minimálních ročních teplot. V druhé části práce budou v sekulární řadě meteorologické observatoře Milešovka vymezena tři a více dní trvající období s anomálními hodnotami teploty vzduchu v jednotlivých dnech. Domnívám se, že tato období je možné označit jako subsezónní anomálie teploty vzduchu, ve shodě s prací Brázdila, Štekla a kol. (1999). Tyto anomálie budou následně porovnány s klasicky chápanými povětrnostními singularitami.

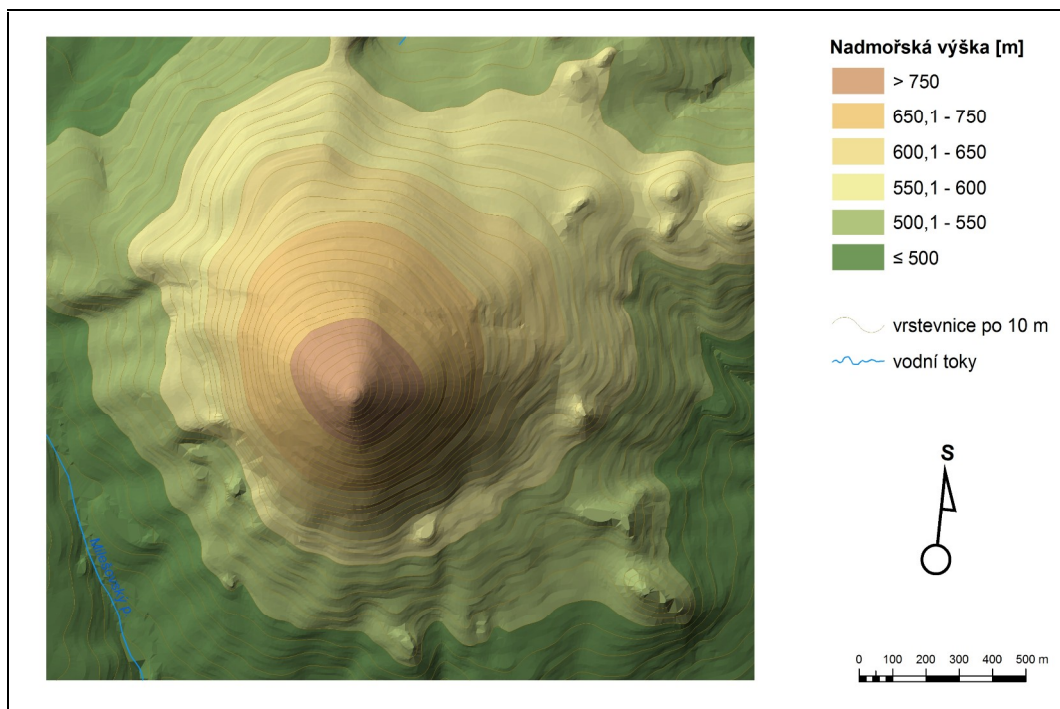
## 2. POUŽITÁ DATA A METODY VÝZKUMU

V této kapitole je uvedena charakteristika meteorologické observatoře Milešovka a jsou zde popsány použité data a metody výzkumu.

### 2.1. Meteorologická observatoř Milešovka

Meteorologická observatoř Milešovka se nachází na nejvyšším vrcholu Českého středohoří o nadmořské výšce 837 metrů. Toto pohoří v severních Čechách je reliktem třetihorního vulkanického horstva vzniklého na Oherském riftu, přičemž samotná Milešovka je tvořena vypreparovaným lakolitem z původních hornin. Díky svému kuželovitému tvaru (mapa 1) může proudící vzduch Milešovku dobře obtékat a je zde tedy, oproti horským hřebenům, redukován vliv vystupujícího vzduchu z údolí. Navíc má její vrchol relativně malou plochu aktivního povrchu, a proto je Milešovka vhodným místem pro pozorování vlastností vyšších vrstev atmosféry (Štekl a kol., 2005).

Mapa 1: Model reliéfu Milešovky a přilehlého okolí



zdroj dat: ČÚZAK (2011), VÚVTGM (2011)

Nadmořská výška observatoře je 833 metrů a zeměpisné souřadnice jsou 50°33'18" SŠ a 13°55'51" VD. Milešovka měla za stoleté období 1905-2004 průměrnou



roční teplotu vzduchu 5,2°C a průměrný roční úhrn srážek 556 mm. Průměrný roční úhrn srážek je mnohem menší, než by odpovídalo této nadmořské výšce. Tento jev je z části způsoben srážkovým závětřím, ale převážně systematickými chybami při měření srážek (Brázdil, Štekl a kol., 1999). Nejchladnějším měsícem byl leden s průměrnou teplotu vzduchu -4,2°C a nejteplejším červenec s průměrnou teplotu vzduchu 14,6°C. Nejdeštivějším měsícem je červenec s průměrným úhrnem srážek 72,8 mm a nejsušším únor s průměrným úhrnem srážek 30,4 mm (Štekl a kol., 2005). Z těchto charakteristik je možno podle Köppenovy klasifikace zařadit klima Milešovky do typu Dfb. Milešovka patří k největrnějším místům v České republice s průměrnou rychlostí větru 8,5 m/s a je známa velkou bouřkovou aktivitou, jak napovídá její německý název Donnersberg (Hromová hora).

## **2.2. Charakteristika použitých dat**

Pro zpracování této diplomové práce byly použity denní průměry teploty na Milešovce a její denní maxima a minima. Průměrné měsíční teploty byly určeny z denních průměrů, při absenci těchto dat (viz níže) byly převzaty z Brázdil, Štekl a kol. (1999). Průměrná roční teplota byla odvozena z měsíčních teplot.

Teplota vzduchu se na Milešovce měří od 1. ledna 1905. Při provozu observatoře došlo k několika výpadkům v měření a to mezi 29. prosincem 1916 a 31. lednem 1917 z důvodu nedostatku uhlí nutného pro provoz stanice, dále se vynechaly dva pozorovací termíny 12. února 1929 ve 21 hodin a 13. února 1929 v 7 hodin kvůli nemoci pozorovatele a také se neměřilo v září 1938 z důvodu vyhlášení mobilizace (Brázdil, Štekl a kol., 1999). Základní denní pozorování pro měsíce květen, červen a červenec v letech 1930-1935 se nedochovaly z důvodu ztráty. Štekl, Zacharov (1993) doplnili a ověřili homogenitu řady měsíčních a ročních průměrných teplot, jelikož existovalo podezření na porušení homogenity z důvodu doplňování řady a přemístění meteorologické budky z místa za oknem na standardní místo na volném pozemku v září 1940. Z důvodu absence srovnávacího materiálu nebylo možno doplnit termínová měření v lednu 1917 a v září 1938, a proto tato data v řadě průměrných denních teplot chybí, nicméně měsíční hodnoty doplněny byly. Štekl, Zacharov (1993) po analýze považují řadu průměrné měsíční a roční teploty vzduchu za homogenní. V období 1999-2009 je kvalita dat snížena nahodilou absencí pozorování, přesto se ale domnívám, že tyto nehomogenity nebudou mít zásadní vliv na kvalitu výsledků.

Denní extrémní teploty se na Milešovce měří od 1. května 1906. V řadě denních extrémních teplot chybí pozorování v období výpadků měření (viz výše) a stejně jako u průměrné denní teploty se vyskytují nahodilé absence v období 1999-2009. Navíc v letech 1997 a 1998 se v datech vyskytují chyby, kdy denní maxima jsou menší než hodnota teploty vzduchu z pozorovacího termínu ve 14 hodin.

Pro vyhodnocování synoptické situace v teplotně významných dnech jsem zvolil katalog Hess-Brezowski vydávaný Institutem pro výzkum klimatických dopadů v Postupimi (Potsdam Institute for Climate Impact Research). Důvodem pro výběr tohoto katalogu je jeho délka, tento katalog obsahuje denní klasifikace synoptické situace od roku 1881, momentálně do roku 2009. Tento katalog byl sice navržen pro území Německa, ovšem dobře reprezentuje cirkulační poměry nad velkou částí Evropy (Cahynová a Huth, 2009). Navíc se domnívám, že Milešovka díky své nadmořské výšce a geografické poloze nedaleko německých hranic neodporuje použití tohoto katalogu.

Vymezené subsezónní anomálie byly korelovány s indexem severoatlantické oscilace pro jednotlivé roční období (NAO). Kladné hodnoty indexu souvisí se silnějším západním prouděním v mírných šířkách, což způsobuje méně extrémní počasí v Evropě, zvláště v její západní části (NCAR, 2012).

Pokud není pod grafem nebo tabulkou uvedeno jinak, zdrojem dat je Ústav fyziky atmosféry akademie věd České republiky (2011).

## 2.3. Metody

Pro vyhodnocení statistické významnosti trendů v kolísání průměrné roční, čtvrtletní a měsíční teploty vzduchu byl použit Mann-Kendalův test trendu, který je v této problematice často používán (Helsel, Frans, 2006). Tento test je uváděn také v Kříž a kol. (1989) jako jeden z nástrojů pro posuzování stacionarity časové řady. Tento test posuzuje nulovou hypotézu, že časová posloupnost pozorování daného jevu  $x_1, x_2, \dots, x_n$  je náhodně uspořádaná oproti alternativě monotónního trendu v čase (Kříž a kol., 1989). Test vychází z funkce signum (znaménková funkce,  $\text{sgn}$ ).

$$\begin{aligned}\text{sgn}(y > 0) &= +1 \\ \text{sgn}(y = 0) &= 0 \\ \text{sgn}(y < 0) &= -1\end{aligned}$$

Mann-Kendallová statistika (S) se vypočte jako suma hodnot funkcí signum z rozdílů veškerých dvojic dat, jako menšenec (číslo od kterého je odčítáno) je vždy uvažován údaj s pozdějším datem měření. V případě zpracovávané datové řady to činí 5565 dvojic pro 106 let pozorování (při vyhodnocování zimního čtvrtletí 5460 dvojic pro 105 let pozorování). Podrobný postup uvádí například Parkins a kol. (2004). Variance statistiky S ( $\text{var}(S)$ ) se vypočítá podle vzorce:

$$\text{var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18}$$

Pro výpočet normalizované testové statistiky (Z) je použit vzorec:

$$\begin{aligned} Z &= \frac{S+1}{\sqrt{\text{var}(S)}} \quad \text{pro } S > 0 \\ Z &= \frac{S-1}{\sqrt{\text{var}(S)}} \quad \text{pro } S < 0 \\ Z &= 0 \quad \text{pro } S = 0 \end{aligned}$$

Pro posuzování statistické významnosti trendů byl v případě této práce zvolen interval spolehlivosti 95 %. Nulová hypotéza, která předpokládá náhodné uspořádání daného jevu oproti monotónnímu časovému trendu byla zamítnuta právě tehdy, pokud absolutní hodnota testové statistiky Z byla větší než 1,96. Což je zvolená kritická hodnota normálního rozdělení.

Graf shlazených odchylek od průměrné měsíční teploty vzduchu byl vytvořen z pětiletých průměrů měsíčních odchylek, které byly shlazeny nízkofrekvenčním průměrovým filtrem o velikosti masky (moving window) 3x3. Mezi takto vzniklými hodnotami byla provedena interpolace a výsledek byl vizualizován v kartografickém programu OCAD 9.

V případě zpracování kolísání dne výskytu ročních extrémů průměrné teploty vzduchu, byl pro test statistické významnosti trendu aplikován Mann-Kendalův test trendu (viz výše).

Při vymezování otevřených intervalů teploty byla použita metoda součtových řad odchylek. Tato metoda spočívá ve vytvoření součtové řady načítáním zvolených odchylek v chronologickém pořadí pro jednotlivé roky. V případě vymezování mrazového období byl

počátek součtové řady kladen na začátek července a její konec na konec června tak, aby chladný půlrok nebyl přerušen. Při vymezování velkého a hlavního vegetačního období byl počátek součtové řady shodný se začátkem kalendářního roku a součtová řada byla ukončena na konci prosince. V takto vytvořené součtové řadě se vyhledá největší rozdíl mezi dvěma členy za podmínky, že větší z členů předchází menšímu (Sládek, 1989). To platí v případě vymezování mrazového období. Při vymezování vegetačních období předchází menší člen většímu, jelikož se v tomto případě jedná o teploty větší než zvolená hodnota. V případě vymezování teplot nižších než zvolená hodnota začíná vymezované období prvním dnem po větším členu a končí v den, kterému přísluší menší člen. V případě vymezování teplot vyšších než zvolená hodnota začíná vymezované období prvním dnem po menším členu a končí v den, kterému přísluší větší člen (Sládek, 1989).

Subsezónní anomálie teploty vzduchu je v této práci chápána jako tři a více dní trvající kladná nebo záporná odchylka od shlazeného ročního chodu teploty vzduchu. Teplá subsezónní anomálie musí být zároveň větší nebo rovna 95% percentilu z veškerých odchylek v určitém čtvrtletí, chladná subsezónní anomálie musí být analogicky menší nebo rovna 5% percentilu ze všech odchylek v určitém čtvrtletí.

Roční chod průměrné teploty vzduchu byl ve shodě s Brázdil, Štekl a kol. (1999) shlazen Gaussovým nízkofrekvenčním filtrem o délce 61 dnů. Tento filtr pracuje podobně jako vážený průměr s tím, že jednotlivé váhy jsou získány z Gaussovy křivky (tabulka 2).

**Tabulka 2: Použité hodnoty Gaussova nízkofrekvenčního filtru**

0,0001	0,0046	0,0299	0,0424	0,0130	0,0009
0,0002	0,0058	0,0329	0,0406	0,0108	0,0006
0,0003	0,0072	0,0358	0,0383	0,0089	0,0004
0,0004	0,0089	0,0383	0,0358	0,0072	0,0003
0,0006	0,0108	0,0406	0,0329	0,0058	0,0002
0,0009	0,0130	0,0424	0,0299	0,0046	0,0001
0,0012	0,0154	0,0438	0,0269	0,0036	
0,0016	0,0180	0,0446	0,0238	0,0027	
0,0021	0,0209	0,0449	0,0209	0,0021	
0,0027	0,0238	0,0446	0,0180	0,0016	
0,0036	0,0269	0,0438	0,0154	0,0012	

### 3. VÝSLEDKY

V první části této kapitoly jsou uvedeny výsledky analýzy trendů sekulární teplotní řady meteorologické observatoře Milešovka v různých charakteristikách a časových intervalech, na které naváže v druhé části rozbor subsezónních anomálií teploty vzduchu.

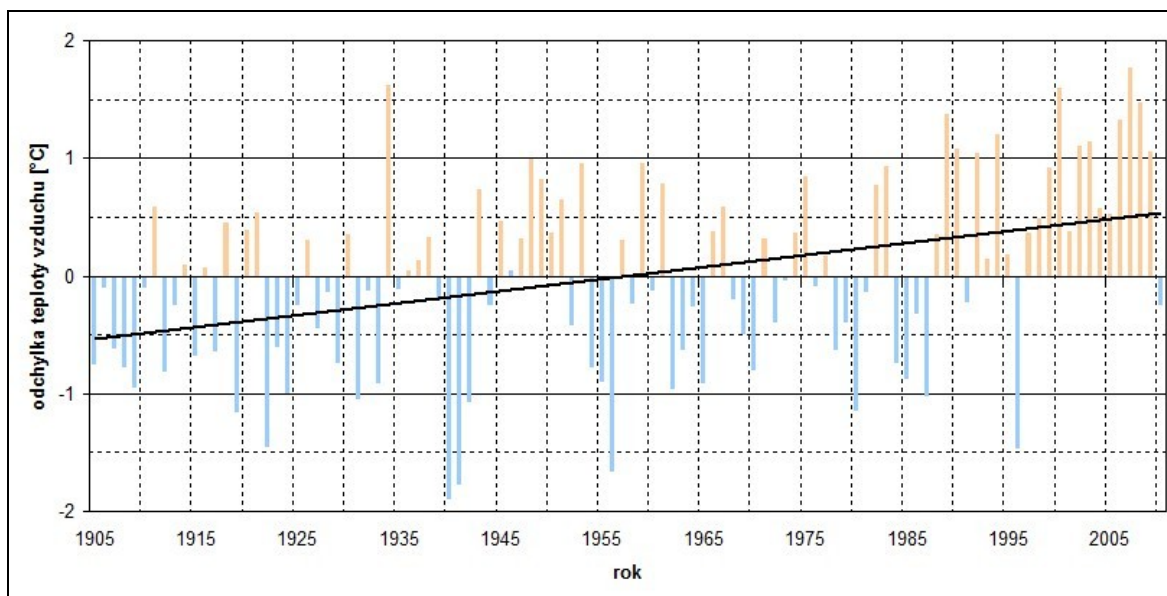
#### 3.1. Trendy teploty vzduchu a dalších charakteristik

Trendy teploty vzduchu jsou prezentovány v kolísání průměrné roční teploty vzduchu, měsíčních teplot vzduchu a ve výskytu roční minimální a maximální teploty. Dále jsou zde uvedeny intervaly trvání určitých teplot a rok výskytu minimální a maximální teploty pro určitý den v roce.

##### 3.1.1. Kolísání průměrné roční teploty vzduchu (1905-2010)

Průměrná roční teplota vzduchu je  $5,3^{\circ}\text{C}$  a lineární trend je roven  $1,02^{\circ}\text{C}/100$  let (graf 1). Mann-Kendallův test (kapitola 2.3.) přisuzuje tomuto trendu na 95% hladině spolehlivosti statistickou významnost.

Graf 1: Kolísání odchylek od průměrné roční teploty vzduchu na Milešovce



Největší kladná odchylka byla v roce 2007 a činila  $1,7^{\circ}\text{C}$ . To odpovídá průměrné roční teplotě  $7,1^{\circ}\text{C}$ . Tato teplá perioda trvala v letech 1997-2009, rok 2010 byl pod dlouhodobým průměrem. Kromě tohoto teplého období na přelomu 21. století se další teplé periody

vyskytly v letech 1947-1951, 1988-1990 a 1992-1995. Největší záporná odchylka se vyskytla v roce 1940 a činila  $-1,9^{\circ}\text{C}$ , tedy průměrná roční teplota byla rovna  $3,4^{\circ}\text{C}$ . Tato odchylka je součástí čtyřletého výrazně chladnějšího období v letech 1939-1942, další chladné periody se vyskytly na začátku pozorování, mezi lety 1922-1925, 1954-1956, 1978-1981 a 1984-1987 (graf 1).

### **3.1.2. Kolísání průměrné čtvrtletní teploty vzduchu (1905-2010)**

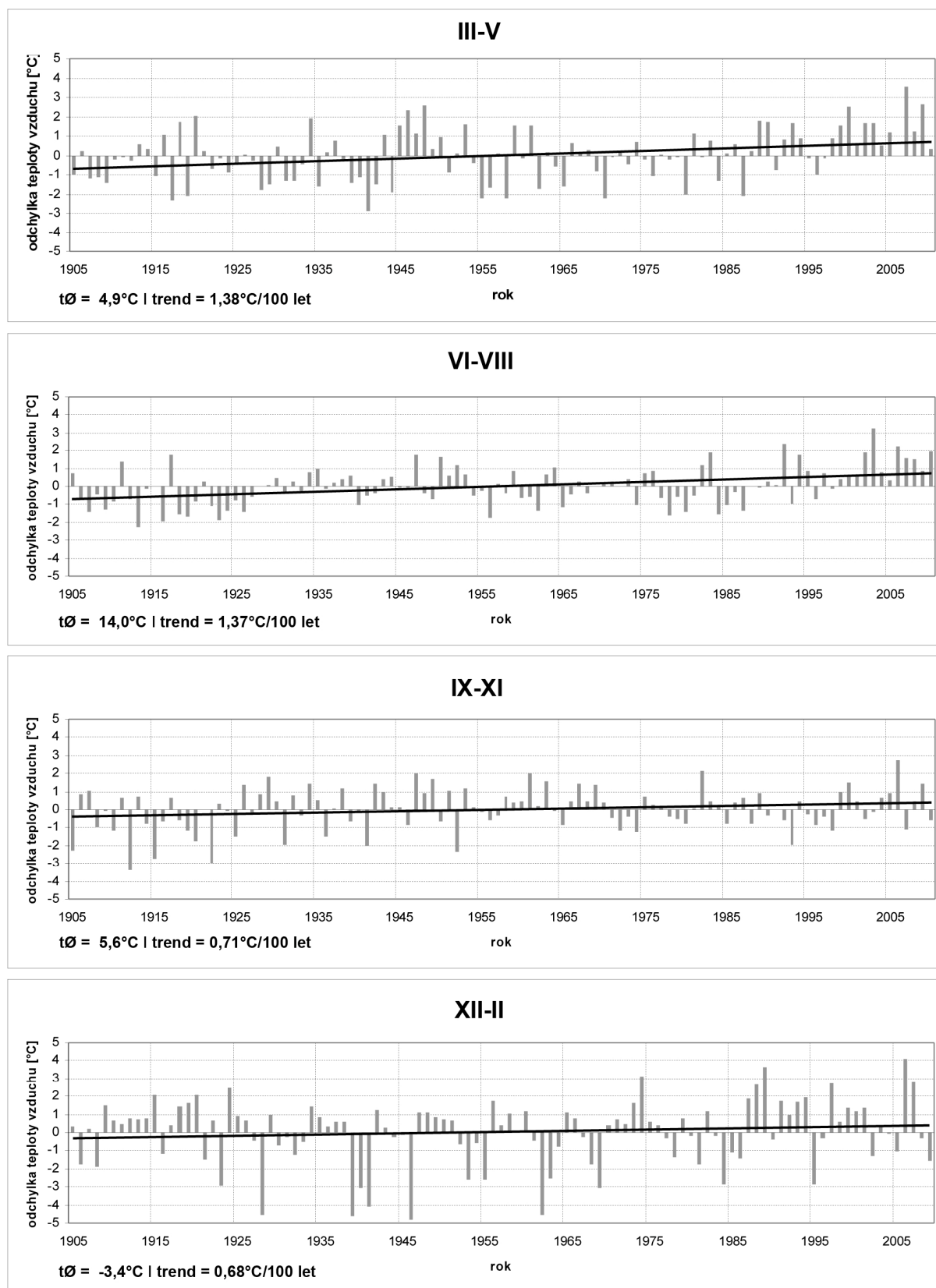
Průměrná teplota vzduchu v jarním čtvrtletí je  $4,9^{\circ}\text{C}$  a vykazuje statisticky významný rostoucí lineární trend  $1,38^{\circ}\text{C}/100$  let, což je nejvíce ze všech čtvrtletí. Největší kladná odchylka byla zaznamenána v roce 2007 a činila  $3,5^{\circ}\text{C}$ . Tato odchylka je součástí teplejšího období trvajícího od roku 1998 do roku 2010. Další teplotně nadprůměrné období bylo mezi lety 1945 a 1950. Největší záporná odchylka byla naměřena v roce 1941 a byla rovna  $-2,8^{\circ}\text{C}$ . Nachází se v periodě chladných jarních čtvrtletí od roku 1938 do roku 1942 (graf 2).

Letní čtvrtletí má průměrnou teplotu  $14,0^{\circ}\text{C}$ , rostoucí lineární trend je roven  $1,37^{\circ}\text{C}/100$  let. Tento trend má největší statistickou významnost ze všech čtvrtletí. Kladná odchylka byla největší v roce 2003 s hodnotou  $3,3^{\circ}\text{C}$ . Tato největší odchylka spadá do teplejších letních čtvrtletí v období od roku 1999 do roku 2010. Největší záporná odchylka byla v roce 1913 a činila  $-2,3^{\circ}\text{C}$ . Chladné letní měsíce byly až na pár výjimek pozorovány od roku 1906 do roku 1927 (graf 2). V letním čtvrtletí je nejmenší rozdíl mezi extrémní kladnou a extrémní zápornou odchylkou, má hodnotu  $5,6^{\circ}\text{C}$ .

Podzimní měsíce mají průměrnou teplotu  $5,6^{\circ}\text{C}$  a statisticky nevýznamný rostoucí lineární trend  $0,71^{\circ}\text{C}/100$  let. Největší kladná odchylka se vyskytla v roce 2006 a činila  $2,7^{\circ}\text{C}$ , naopak největší záporná odchylka byla v roce 1912 rovna  $-3,4^{\circ}\text{C}$ . V podzimním čtvrtletí nejsou pozorovány výraznější déletrvající období převládání kladných, či záporných odchylek (graf 2).

Zimní čtvrtletí má průměrnou teplotu  $-3,4^{\circ}\text{C}$  a rostoucí lineární trend  $0,68^{\circ}\text{C}/100$  let, který je nejmenší ze všech čtvrtletí a je rovněž statisticky nevýznamný. Největší kladná odchylka byla v zimě 2006/2007 a činila  $4,1^{\circ}\text{C}$ . Období s převládajícími kladnými odchylkami byla v letech 1909/1910-1915/1916, 1917/1918-1920/1921, 1970/1971-1974/1975 a s přerušeními od zimy 1987/1988 do zimy 2007/2008. Největší záporná odchylka se vyskytla v roce 1940/1941, její hodnota byla  $-4,8^{\circ}\text{C}$ . Nejtužší zimní

**Graf 2: Kolísání odchylek od průměrné čtvrtletní teploty vzduchu na Milešovce\***



\* V zimě je na ose x uveden letopočet prosince, tzn. např. zima 2005/2006 je v grafu znázorněna pod rokem 2005

měsíce byly v letech 1939/1940-1941/1942 a 1961/1962-1963/1964 (graf 2). V zimním čtvrtletí je největší rozdíl mezi extrémní kladnou odchylkou a extrémní zápornou odchylkou, který činí 8,9°C.

### 3.1.3. Kolísání průměrné měsíční teploty vzduchu (1905-2010)

Průměrná lednová teplota je rovna -4,2°C s rostoucím lineárním trendem 0,76°C/100 let. Nejteplejší leden byl v roce 2007 s kladnou odchylkou 4,8°C. Teplé ledny byly také v období 1918-1921 a 1988-1994. Absolutně nejchladnějším byl leden v roce 1942 se zápornou odchylkou -7,7°C. Tento leden spadl do periody nejtužších zim 1940-1942 (graf 3).

Únor vykazuje průměrnou teplotu -3,3°C a rostoucí lineární trend 1,10°C/100 let. Největší kladná odchylka byla naměřena v roce 1990 a činila 5,6°C. Teplejší únory jsou pravidelně zaznamenávány od roku 1997 do roku 2008, ale toto období je vždy přerušeno nevýraznou zápornou odchylkou. Nejchladnější únor byl v roce 1956 se zápornou odchylkou -9,0°C. Kromě těchto let 1954-1956 byly chladné únory v letech 1982-1987 (graf 3). Měsíc únor vykazuje největší rozdíl mezi extrémní kladnou odchylkou a extrémní zápornou odchylkou, který je 14,6°C.

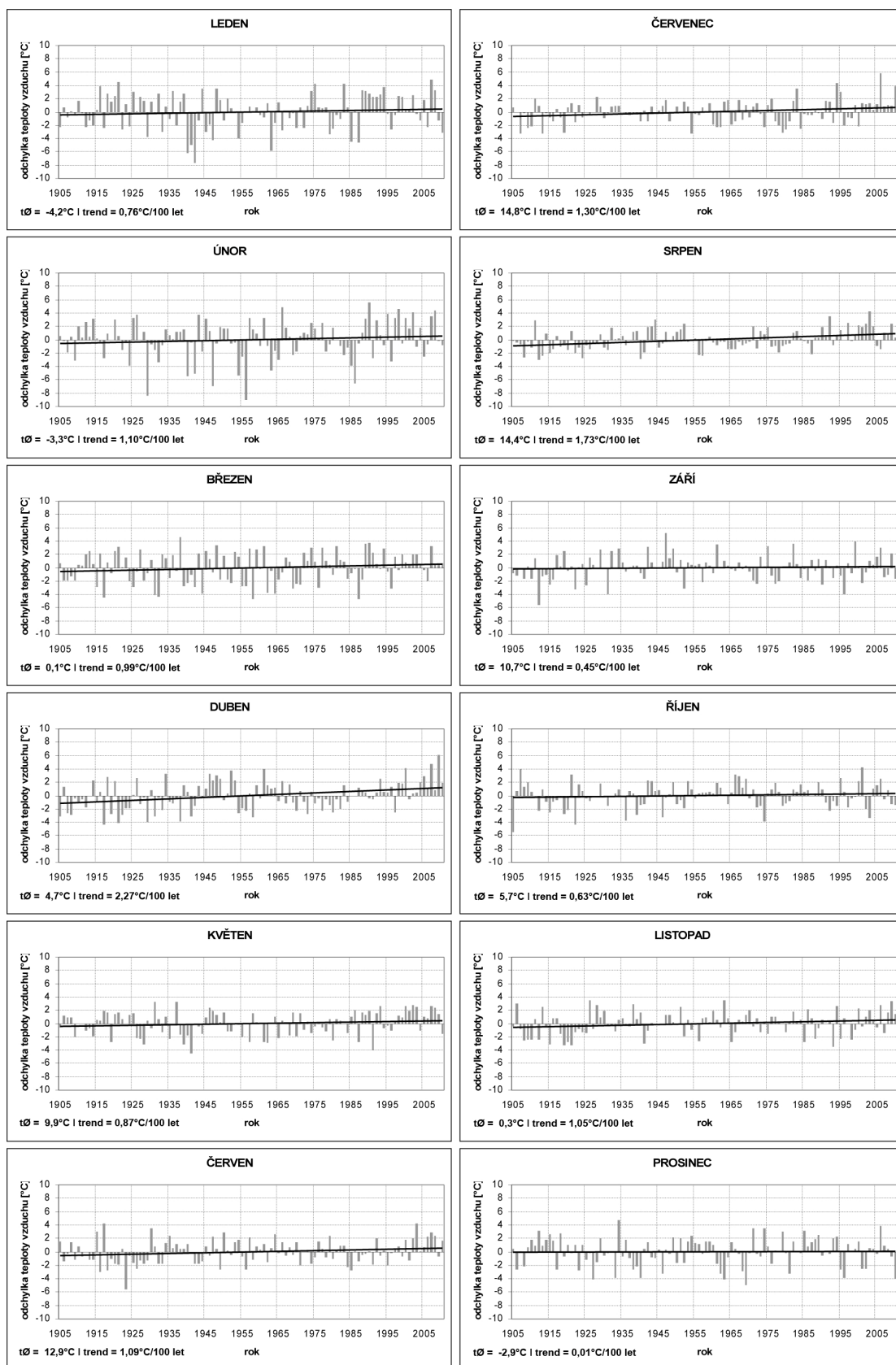
Měsíc březen má průměrnou teplotu 0,1°C a rostoucí lineární trend 0,99°C/100 let. Nejteplejší březen byl v roce 1938 s kladnou odchylkou 4,6°C. Tento březen ovšem není součástí déletrvajícího teplejšího období. Největší záporná odchylka se shodně vyskytla v letech 1958 a 1987, měla hodnotu -4,7°C. V březnu nebyla pozorována výraznější déletrvající období převládání kladných nebo záporných odchylek (graf 3).

Průměrná teplota v dubnu je rovna 4,7°C s rostoucím lineárním trendem 2,27°C/100 let. Toto je největší trend ze všech měsíců. Nejteplejší duben se vyskytl v roce 2009 s kladnou odchylkou 6,1°C. Kromě těchto let 2002-2010 byly teplejší dubny v období 1945-1949, 1961-1964 a 1998-2000. Měsíc duben byl nejchladnější v roce 1917 se zápornou odchylkou -4,4°C. Další chladné dubny byly v letech 1921-1924, 1954-1956 a 1975-1982 (graf 3).

Květen má průměrnou teplotu 9,9°C a rostoucí lineární trend 0,87°C/100 let. Největší kladná odchylka byla pozorována v letech 1931 a 1937, měla hodnotu 3,3°C. Teplé květny byly v letech 1945-1950, 1997-2003 a 2005-2009. Největší záporná odchylka byla v roce 1941 s hodnotou -4,4°C. Období chladných květnů 1938-1944 je v kontrastu s nadcházející periodou teplých květnů 1945-1950 (graf 3).



**Graf 3: Kolísání odchylek od průměrné měsíční teploty vzduchu na Milešovce**



Průměrná červnová teplota je rovna  $12,9^{\circ}\text{C}$  s rostoucím lineárním trendem  $1,09^{\circ}\text{C}/100$  let. Nejteplejší červen byl naměřen shodně v letech 1918 a 2003, kladná odchylka byla  $4,2^{\circ}\text{C}$ . Teplejší červen byl pravidelně zaznamenáván v obdobích 1934-1940 a 2002-2008. Největší záporná odchylka se vyskytla v roce 1923. Její hodnota byla  $-5,6^{\circ}\text{C}$  a byla součástí chladných červnů v letech 1923-1929 (graf 3).

Červenec má průměrnou teplotu  $14,8^{\circ}\text{C}$ . Její rostoucí lineární trend je roven  $1,30^{\circ}\text{C}/100$  let. Největší kladná odchylka byla v roce 2006 a činila  $5,8^{\circ}\text{C}$ . Teplé července trvaly od roku 2001 do roku 2010. Nejchladnější červenec byl v roce 1954 se zápornou odchylkou  $-3,3^{\circ}\text{C}$ . Chladné července byly v letech 1960-1962 a 1977-1981 (graf 3).

Průměrná teplota v srpnu činí  $14,4^{\circ}\text{C}$  a má rostoucí lineární trend  $1,73^{\circ}\text{C}/100$  let. Největší kladná odchylka byla v roce 2003 s hodnotou  $4,2^{\circ}\text{C}$ . Období s teplými srpnými bylo v letech 1942-1944, 1949-1952, 1988-1992, 1999-2004 a 2007-2010. Nejchladnější srpen byl naměřen v roce 1912 se zápornou odchylkou  $-3,1^{\circ}\text{C}$ . Chladné srpné se vyskytovaly na začátku pozorování a v letech 1922-1928, 1960-1970 a 1976-1981 (graf 3).

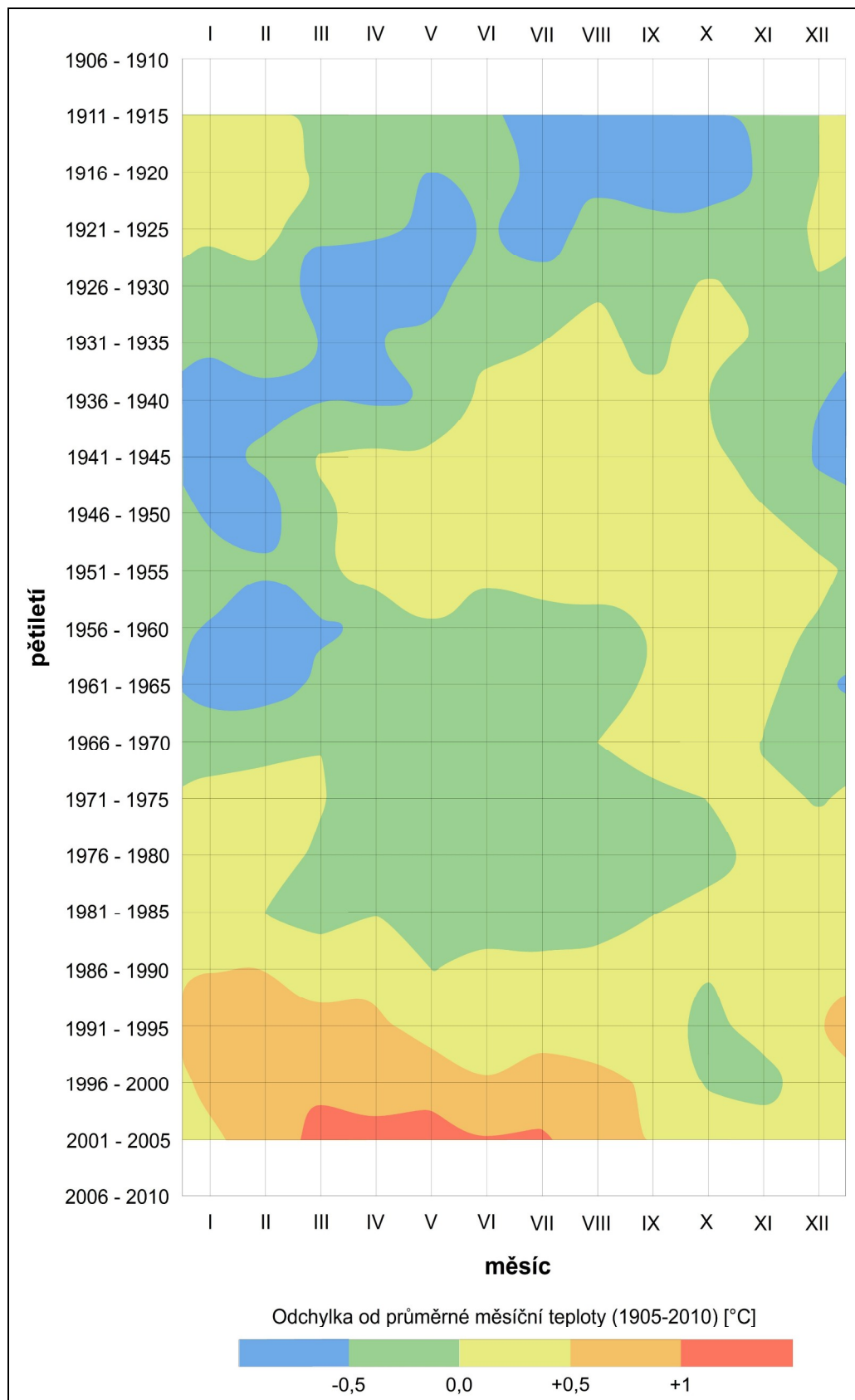
Září má průměrnou teplotu  $10,7^{\circ}\text{C}$  s rostoucím lineárním trendem  $0,45^{\circ}\text{C}/100$  let. Nejteplejší září bylo v roce 1947 s kladnou odchylkou  $5,2^{\circ}\text{C}$  a patří do jediného výrazného období teplejších měsíců září v letech 1946-1949. Největší záporná odchylka byla v roce 1912 a měla hodnotu  $-5,5^{\circ}\text{C}$ . Chladná září byla v letech 1912-1916, 1970-1972 a 1976-1978 (graf 3).

V říjnu je průměrná teplota  $5,7^{\circ}\text{C}$  a má rostoucí lineární trend  $0,63^{\circ}\text{C}/100$  let. Největší kladná odchylka byla zaznamenána v roce 2001 a činila  $4,2^{\circ}\text{C}$ . Teplé říjny byly v letech 1906-1910, 1942-1945, 1965-1969 a 2004-2006. Nejchladnější říjen byl naměřen v roce 1905 a měl zápornou odchylku  $-5,5^{\circ}\text{C}$ . Další chladné říjny byly v období 1914-1920, 1939-1941, 1972-1974, 1979-1981 a 1991-1994 (graf 3).

Průměrná teplota v listopadu je rovna  $0,3^{\circ}\text{C}$  a má rostoucí lineární trend  $1,05^{\circ}\text{C}/100$  let. Největší kladná odchylka byla naměřena v roce 1963 a činila  $3,6^{\circ}\text{C}$ . Teplé listopady se vyskytovaly v letech 1928-1930 a 2008-2010. Nejchladnější listopad byl v roce 1993 s hodnotou odchylky  $-3,4^{\circ}\text{C}$ . Chladné listopady byly v letech 1908-1910 a 1918-1925 (graf 3). V listopadu byl zjištěn nejmenší rozdíl mezi extrémní kladnou odchylkou a extrémní zápornou odchylkou, který je  $7,0^{\circ}\text{C}$ , což je méně než polovina hodnoty zjištěné v únoru.

Prosinec má průměrnou teplotu  $-2,9^{\circ}\text{C}$  a téměř nulový lineární trend  $0,01^{\circ}\text{C}/100$  let, jehož hodnota je nejmenší ze všech měsíců. Největší kladná odchylka byla zjištěna v roce

**Graf 4: Shlazené odchylky od průměrné měsíční teploty vzduchu na Milešovce**



1934 s hodnotou 4,7°C. Období s teplými prosinci byla v letech 1909-1916, 1953-1956, 1958-1960 a 1985-1989. Nejchladnější prosinec byl v roce 1969 a měl zápornou odchylku -5,0°C. Chladné prosince byly v letech 1937-1940, 1961-1964 a 1967-1969 (graf 3).

Z uvedených trendů pro kalendářní měsíce je statisticky významný trend v dubnu, červenci, srpnu a v listopadu. V ostatních měsících nebyla statistická významnost prokázána. Charakteristiky odchylek od průměrné teploty vzduchu z částí 3.1.1., 3.1.2., a 3.1.3. jsou uvedeny v tabulce 3.

Ze shlazených odchylek od průměrné měsíční teploty (graf 4) lze odvodit teplotní charakter sezón v jednotlivých obdobích. Pracovní postup je popsán v kapitole 2.3. Od začátku měření do konce dvacátých let byly pozorovány mírnější zimy a chladnější letní a podzimní období. Tato perioda menší termické kontinentality je v kontrastu s obdobím od třicátých do šedesátých let, kdy byla termická kontinentalita větší v důsledku tuhých zim a teplejších letních období. V sedmdesátých letech opět dochází k oceanizaci klimatu, ovšem léta nebyla tolik chladná, jako v případě dvacátých let. Od devadesátých let dochází k relativně výraznému zvyšování teploty s výjimkou podzimu, který vykazuje v devadesátých letech zápornou odchylku.

**Tabulka 3: Charakteristiky odchylek od průměrné teploty vzduchu**

	průměr	max	rok	min	rok	trend [°C/100 let]
leden	-4,2°C	0,6°C	2007	-11,9°C	1942	0,76
únor	-3,3°C	2,3°C	1990	-12,3°C	1956	1,10
březen	0,1°C	4,7°C	1938	-4,6°C	1958,1987	0,99
duben	4,7°C	10,8°C	2009	0,3°C	1917	2,27
květen	9,9°C	13,2°C	1931,1939	5,5°C	1941	0,87
červen	12,9°C	17,1°C	1918,2003	7,3°C	1923	1,09
červenec	14,8°C	20,6°C	2006	11,5°C	1954	1,30
srpen	14,4°C	18,6°C	2003	11,3°C	1912	1,73
září	10,7°C	15,9°C	1947	5,2°C	1912	0,45
říjen	5,7°C	9,9°C	2001	0,2°C	1905	0,63
listopad	0,3°C	3,9°C	1963	-3,1°C	1993	1,05
prosinec	-2,9°C	1,8°C	1934	-7,9°C	1969	0,01
jaro	4,9°C	8,4°C	2007	2,1°C	1941	1,38
léto	14,0°C	17,3°C	2003	11,7°C	1913	1,37
podzim	5,6°C	8,3°C	2006	2,2°C	1912	0,71
zima	-3,4°C	0,7°C	2006/2007	-8,2°C	1940/1941	0,68
rok	5,3°C	7,1°C	2007	3,4°C	1940	1,02

### 3.1.4. Kolísání průměrných denní maxim, minim a amplitudy teploty vzduchu

Denní amplituda teploty vzduchu je rozdíl mezi denní maximální a denní minimální teplotou vzduchu. Roky 1997 a 1998 byly z analýzy vypuštěny (kapitola 2.2.). Průměrná denní maximální teplota vzduchu za období 1906-2010 má průměrnou hodnotu 9,4°C a rostoucí lineární trend 1,28°C/100 let. Největší kladná odchylka byla zaznamenána v roce 2000 a její hodnota byla 2,6°C. Tato odchylka byla součástí období s nadnormálními denními

maximy teploty vzduchu, které trvalo od roku 1999 do roku 2009. Méně výrazné periody byly v letech 1947-1951 a 1987-1995 s výjimkou roku 1991, který byl slabě podnormální. Největší záporná odchylka se vyskytla v roce 1941 s hodnotou  $-2,6^{\circ}\text{C}$ . Období s podnormálními denními maximy teploty vzduchu bylo zjištěno v letech 1939-1942 a 1984-1987 (graf 5).

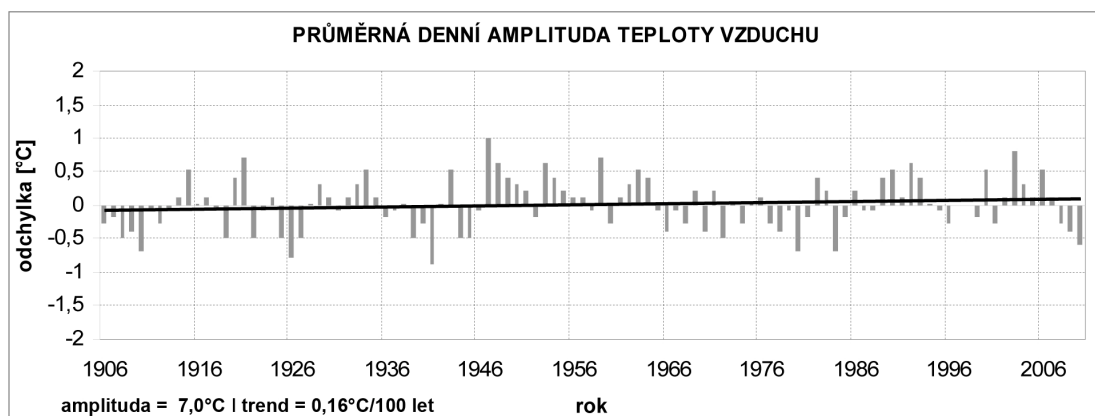
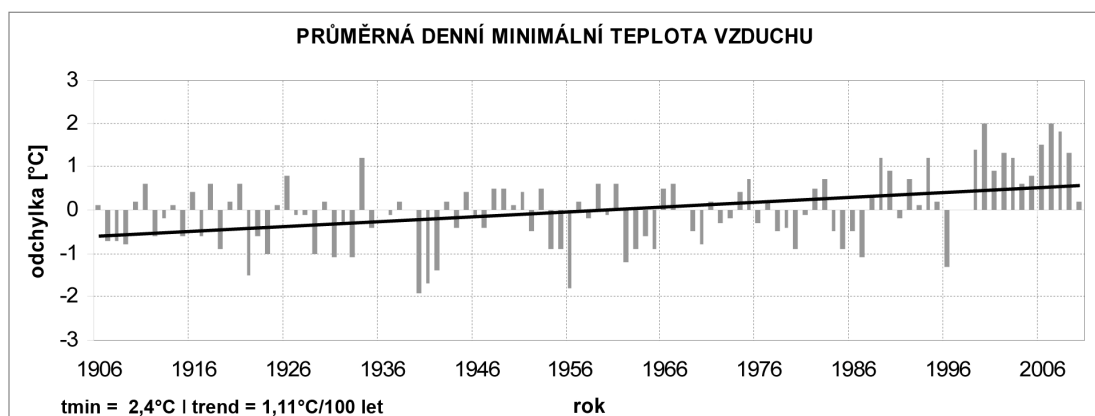
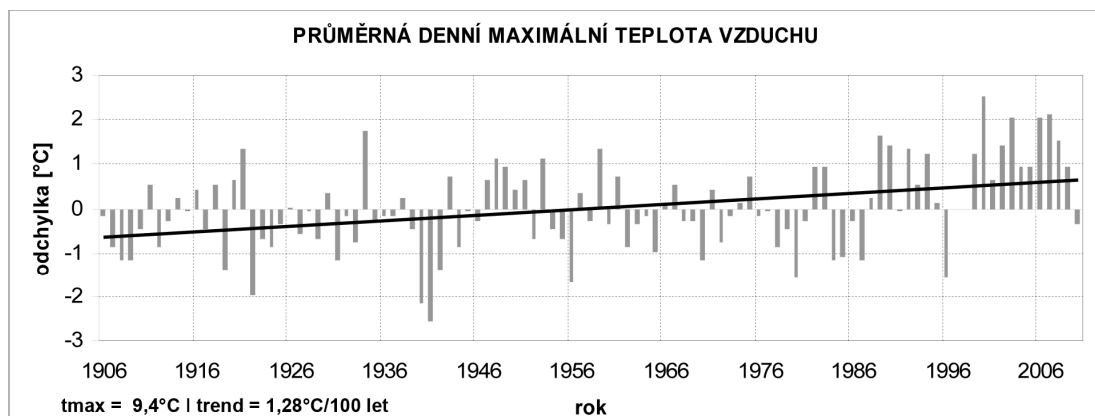
Průměrná denní minimální teplota vzduchu za období 1906-2010 má hodnotu  $2,4^{\circ}\text{C}$  a rostoucí lineární trend  $1,11^{\circ}\text{C}/100$  let, což je méně než v případě průměrných denních maxim. Největší kladná odchylka byla zjištěna v letech 2000 a 2007, kdy měla shodnou hodnotu  $2,0^{\circ}\text{C}$ . Tyto největší odchylky byly naměřeny v rámci období s nadnormálními denními minimy, které trvalo od roku 1999 do roku 2009. Největší záporná odchylka měla hodnotu  $-1,9^{\circ}\text{C}$  a byla naměřena v roce 1940, v rámci tříletého období 1940-1942 s podnormálními teplotními minimy. Další podobně výrazné periody se vyskytly v letech 1954-1956, 1962-1965 a 1984-1987 (graf 5).

Průměrná amplituda teploty vzduchu je rovna  $7,0^{\circ}\text{C}$  a má rostoucí lineární trend  $0,16^{\circ}\text{C}/100$  let. Odchylky průměrné denní amplitudy teploty vzduchu jsou menší, než v případě průměrných denních maxim a minim teploty vzduchu. Největší průměrné amplitudy teploty vzduchu byly v obdobích 1932-1935, 1947-1951, 1953-1957 a 1989-1994. Naopak nejmenší průměrné amplitudy teploty vzduchu byly zaznamenány v letech 1906-1913, 1925-1927, 1939-1941, 1977-1981 a 2008-2010 (graf 5). Charakteristiky průměrných denních maxim, minim a amplitudy teploty vzduchu jsou v tabulce 4.

**Tabulka 4: Charakteristiky průměrných denních extrémů a amplitudy teploty vzduchu**

	průměr	max	rok	min	rok	trend [ $^{\circ}\text{C}/100$ let]
<b>Tmax</b>	$9,4^{\circ}\text{C}$	$12,0^{\circ}\text{C}$	2000	$6,8^{\circ}\text{C}$	1941	1,28
<b>Tmin</b>	$2,4^{\circ}\text{C}$	$4,4^{\circ}\text{C}$	2000,2007	$0,5^{\circ}\text{C}$	1940	1,11
<b>amplituda</b>	$7,0^{\circ}\text{C}$	$8,0^{\circ}\text{C}$	1947	$6,1^{\circ}\text{C}$	1941	0,16

**Graf 5: Kolísání průměrných denních maxim, minim a amplitudy teploty vzduchu**



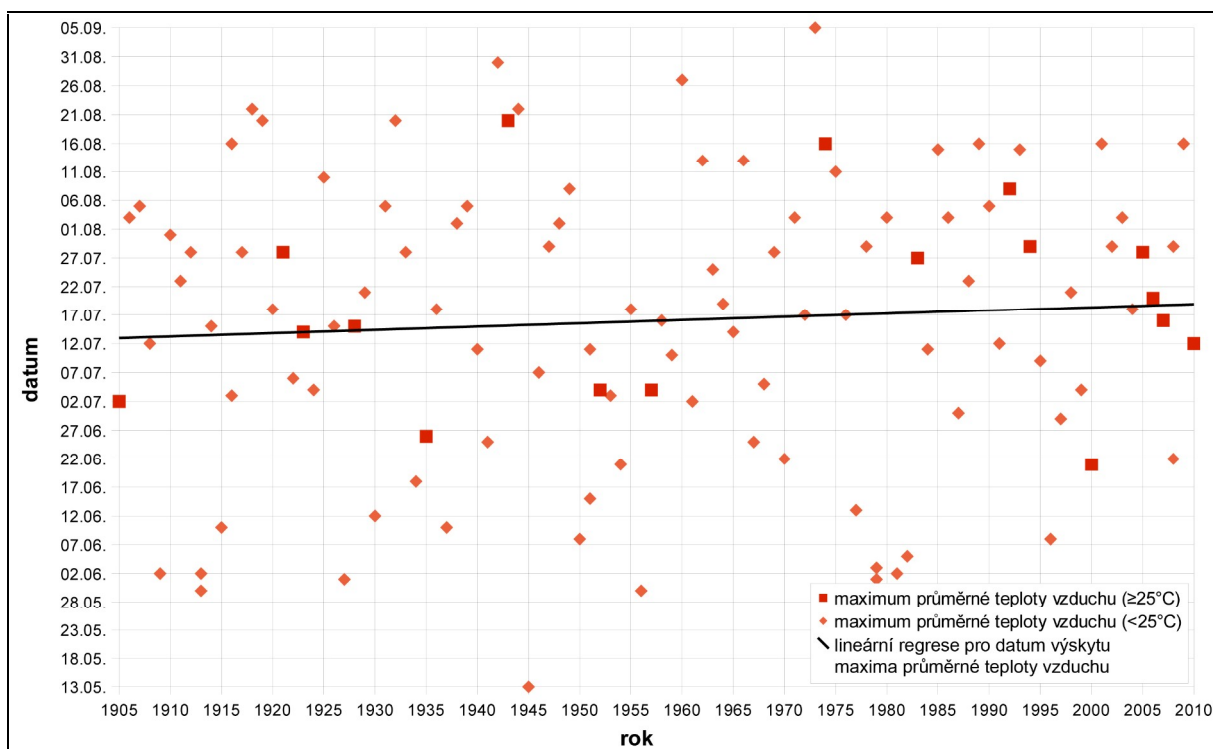
### 3.1.5. Kolísání dne výskytu ročních extrémů průměrné teploty vzduchu

V této části práce jsou znázorněny dny výskytu ročních extrémů průměrné denní teploty vzduchu v jednotlivých letech, včetně jejich lineárního trendu pro období 1905-2010.

#### 3.1.5.1. Kolísání dne výskytu nejvyšší průměrné teploty vzduchu v roce

Roční maxima průměrné teploty vzduchu jsou dosahovány v období 13. května až 5. září (graf 6). Lineární rostoucí trend 5,68 dní/100 let je statisticky nevýznamný. Medián ročního maxima průměrné teploty vzduchu připadá na 18. července, průměr na 15. července. Směrodatná odchylka je rovna 24,66 (tabulka 5). Zhruba v posledních dvaceti letech pozorování je zřejmý menší rozptyl výskytu ročního maxima průměrné teploty vzduchu, které kolísá blíže u střední hodnoty (graf 6).

Graf 6: Kolísání dne výskytu největší průměrné teploty vzduchu v roce



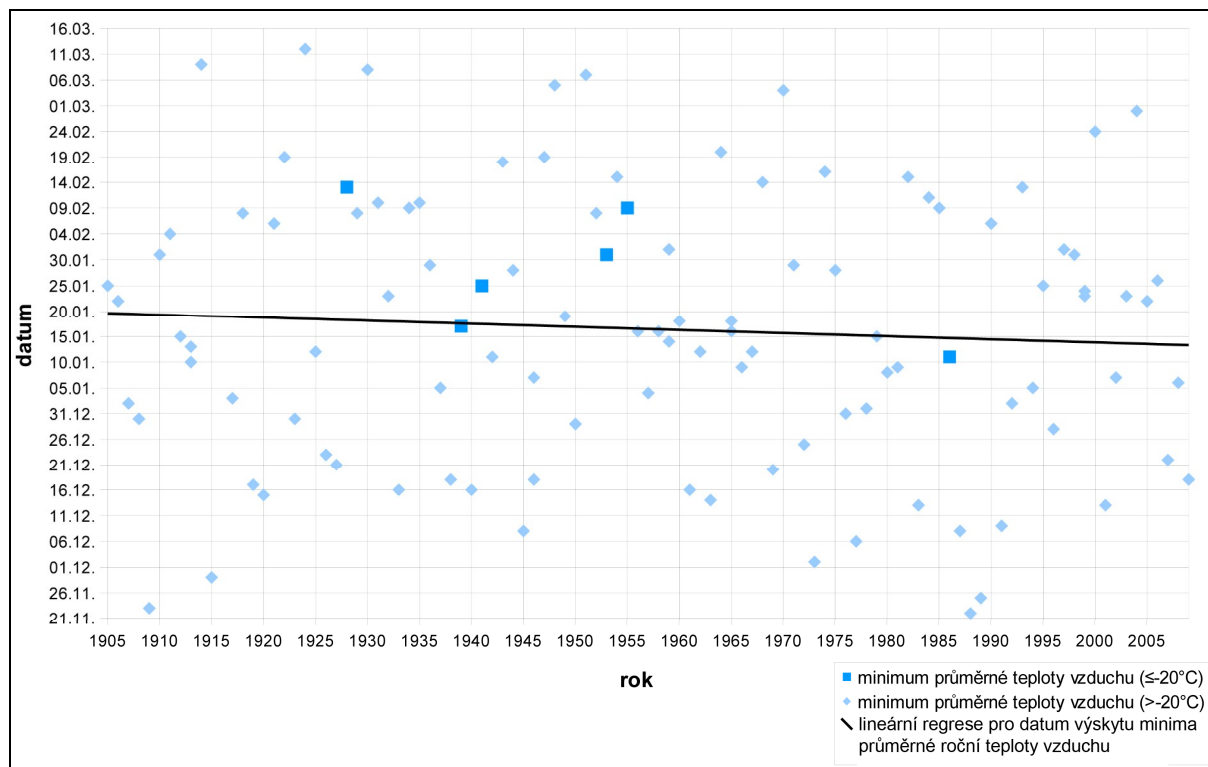
#### 3.1.5.2. Kolísání dne výskytu nejnižší průměrné teploty vzduchu v roce

Roční minima průměrné teploty vzduchu se vyskytují v období od 22. listopadu do 12. března (graf 7). Lineární trend je v tomto případě klesající a činí 6,08 dní/100 let. Rovněž zde nebyla prokázána statistická významnost. Medián ročního minima průměrné teploty



vzduchu je 16. ledna, průměr připadá rovněž na 16. ledna. Směrodatná odchylka je rovna 26,11 (tabulka 5).

**Graf 7: Kolísání dne výskytu nejmenší průměrné teploty vzduchu v roce \***



**Tabulka 5: Datum výskytu největší a nejmenší průměrné roční teploty**

	medián	průměr	směrodatná odchylka	nejčasnější výskyt	rok	nejpozdnější výskyt	rok
roční maximum průměrné teploty vzduchu	18.07.	15.07.	24,66	13.05.	1945	15.09.	1973
roční minimum průměrné teploty vzduchu	16.01.	16.01.	26,11	22.11.	1987	12.03.	1924

### 3.1.6. Změny v délce trvání otevřených intervalů teploty

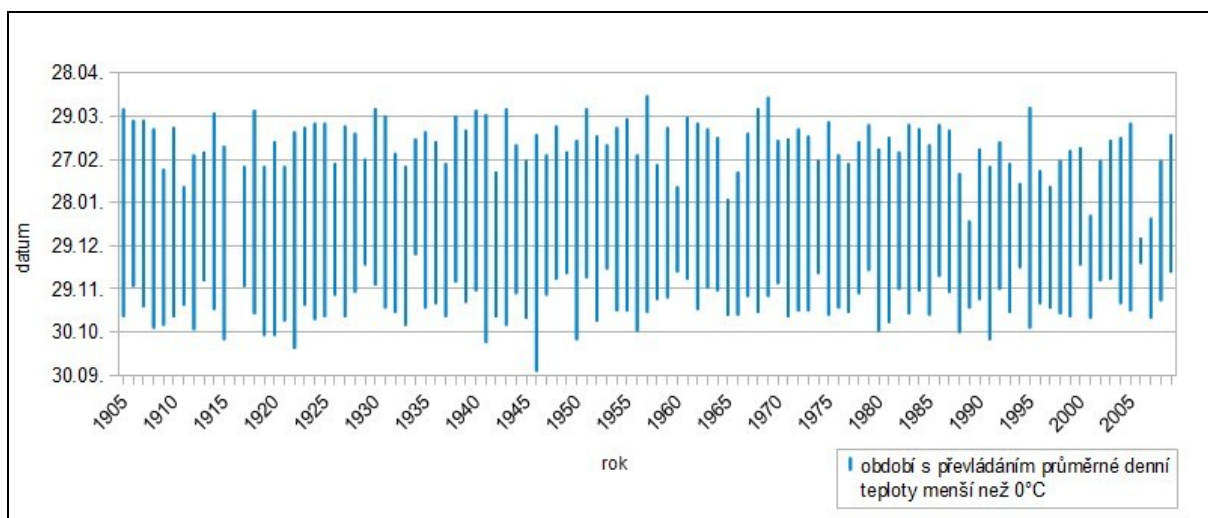
Pro vymezení a analýzu intervalů teploty byla použita metoda součtových řad odchylek (kapitola 2.3.). Interval s převládáním průměrné denní teploty menší než  $0^{\circ}\text{C}$  reprezentuje převážně zimní období, naopak interval s převahou průměrné denní teploty větší než  $10^{\circ}\text{C}$  se vyskytuje hlavně v létě.

\* Na ose x je uveden letopočet prosince, tzn. např. zima 2005/2006 je v grafu znázorněna pod rokem 2005

### 3.1.6.1. Období s převládáním průměrné denní teploty menší než 0°C

Toto období Sládek (1989) nazývá mrazovým obdobím. Mrazové období má medián začátku 16. listopadu a medián jeho konce je 12. března. V zimní sezóně 1946/1947 začalo již 3. října, v zimě 1957/1958 končilo až 12. dubna. Opačné extrémy nastaly v zimě 1934/1935, kdy mrazové období mělo počátek až 23. prosince a v zimě 2006/2007, kdy skončilo již 3. ledna (graf 8). V grafu 8, 9 a 10 není znázorněn přelom let 1916 a 1917 z důvodu absence denních dat (kapitola 2.2.).

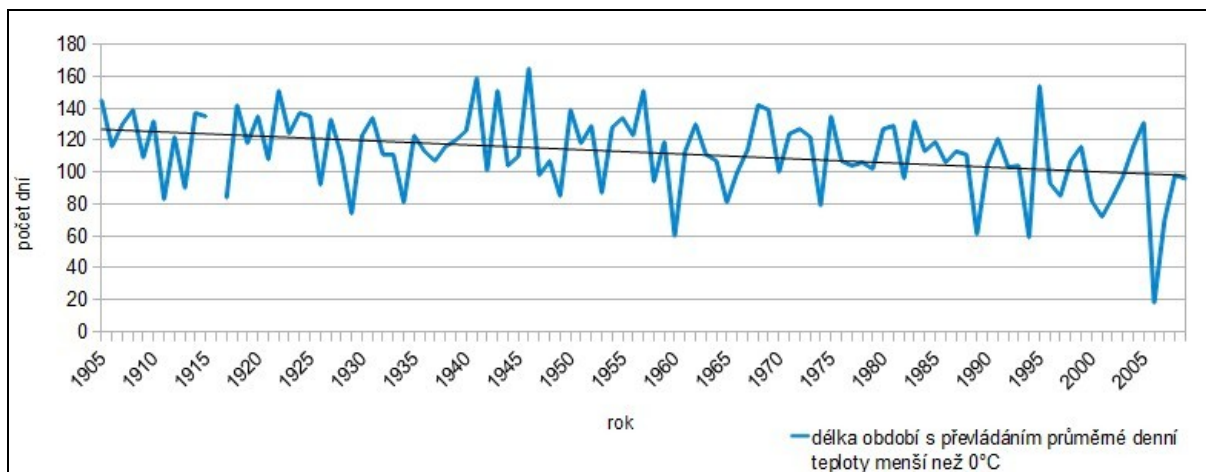
**Graf 8: Výskyt období s převládáním průměrné denní teploty menší než 0°C\***



Délka trvání tohoto období má statisticky významný klesající trend 27,8 dní/100 let, což odpovídá 24,82%/100 dní. Jeho střední délka je 113 dní, průměrná délka 112 dní. Směrodatná odchylka mrazového období je rovna 24,06 (tabulka 6). Nejdéle trvalo na přelomu let 1946 a 1947 a to 165 dní. Další dlouhá období, která trvala více než 150 dní byla v sezónách 1941/1942, 1943/1944, 1957/1958 a 1995/1996. Nejkratší bylo v zimě 2006/2007 s délkou trvání pouhých 18 dní. Toto období je více než třikrát kratší než druhé nejkratší období (graf 9).

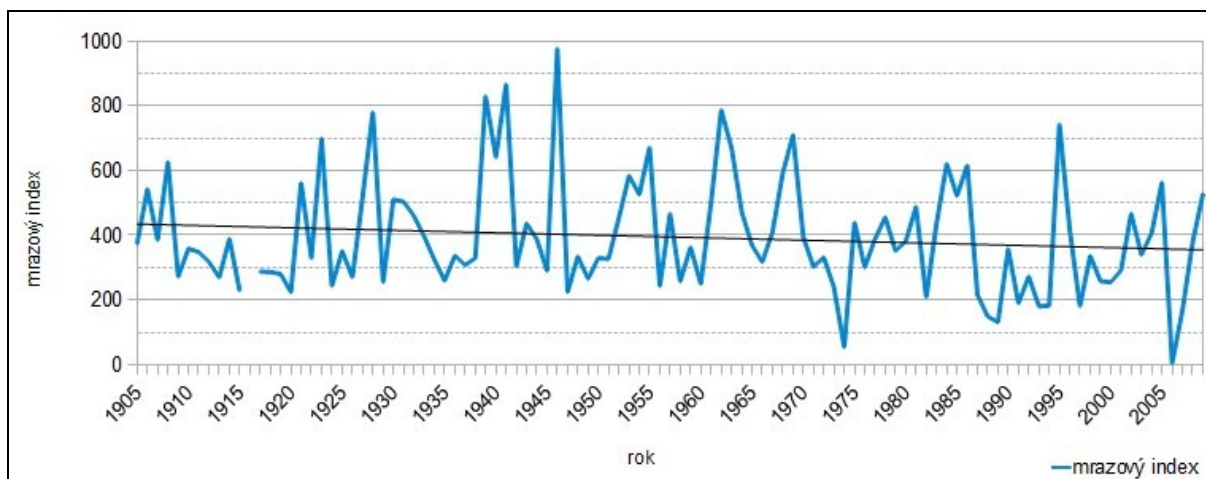
\* V grafu 8, 9 a 10 je na ose x je uveden letopočet prosince, tzn. např. zima 2005/2006 je v grafu znázorněna pod rokem 2005

**Graf 9: Délka období s převládáním průměrné denní teploty menší než 0°C**



Součet odchylek v mrazovém období je označován jako mrazový index (Sládek, 1989). Tento index byl největší v zimě 1946/1947 a činil 976. Další období s velkou hodnotou mrazového indexu byla v sezóně 1939/1940 a 1941/1942. Nejmenší hodnota mrazového indexu byla v zimě 2006/2007, kdy byl téměř nulový. Další z pohledu této charakteristiky velmi teplá zima byla na přelomu let 1974/1975 (graf 10). Mrazový index má klesající trend 76,73/100 let (tabulka 6).

**Graf 10: Hodnota mrazového indexu**

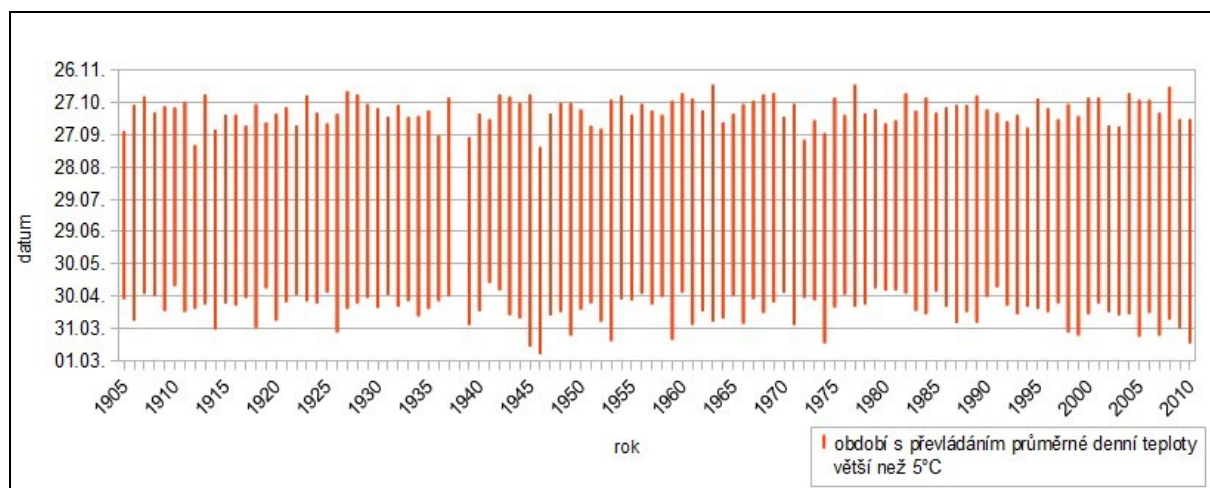


### 3.1.6.2. Období s převládáním průměrné denní teploty větší než 5°C

Období s převládáním průměrné denní teploty nad 5°C reprezentuje velké vegetační období (Smolen a kol, 1980). Střední hodnota počátku tohoto období je 20. dubna, medián ukončení připadá na 20. října. Nejčasnější nástup mělo velké vegetační období v roce 1946,

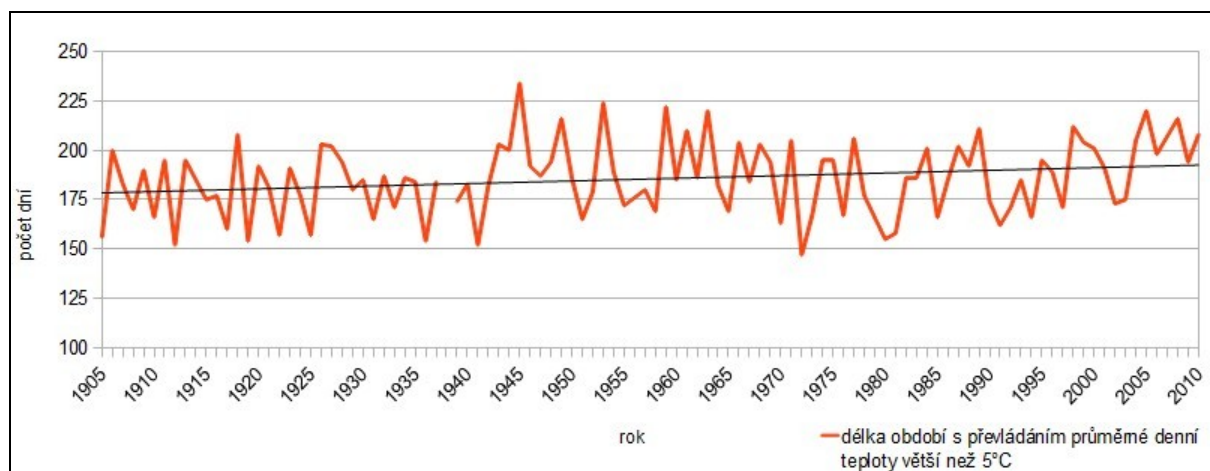
kdy začalo již 8. března a nejzazší konec mělo roce 1963, kdy končilo 12. listopadu. Naopak nejpozději začalo 13. května v roce 1941 a nejdříve skončilo v roce 1939 a to již 24. září (graf 11). V grafu 11, 12 a 13 není znázorněn rok 1938 z důvodu absence denních dat (kapitola 2.2.).

**Graf 11: Výskyt období s převládáním průměrné denní teploty větší než 5°C**



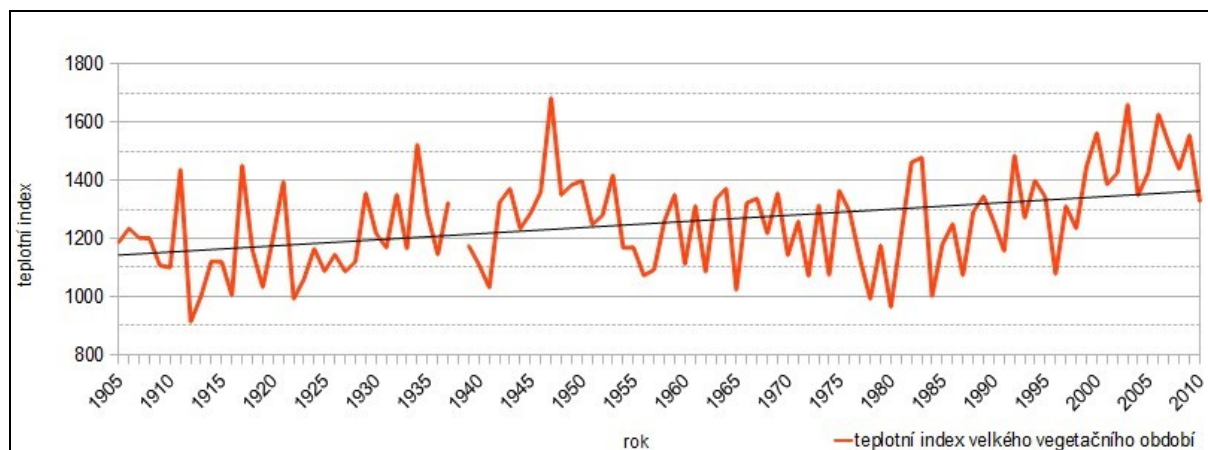
Délka trvání velkého vegetačního období má rostoucí trend 12,53 dní/100 let, který splnil kritéria testu statistické významnosti. V přepočtu na procenta to je 6,74%/100 let. Medián délky tohoto období je 185 dní, průměr je 186 dní. Směrodatná odchylka je rovna 18,49 (tabulka 6). Počet dní v tomto období se pohyboval od 147 v roce 1972 do 234 v roce 1945 (graf 12).

**Graf 12: Délka období s převládáním průměrné denní teploty větší než 5°C**



Součet odchylek ve velkém vegetačním období by se mohl označit jako teplotní index velkého vegetačního období. Tento index byl největší v roce 1947, srovnatelná hodnota teplotního indexu byla zjištěna i v případě roku 2003. Extrémně malý teplotní index velkého vegetačního období byl zjištěna v letech 1912, 1978 a 1980 (graf 13). Teplotní index velkého vegetačního období má rostoucí trend 210,26/100 let (tabulka 6).

**Graf 13: Hodnota teplotního indexu velkého vegetačního období**

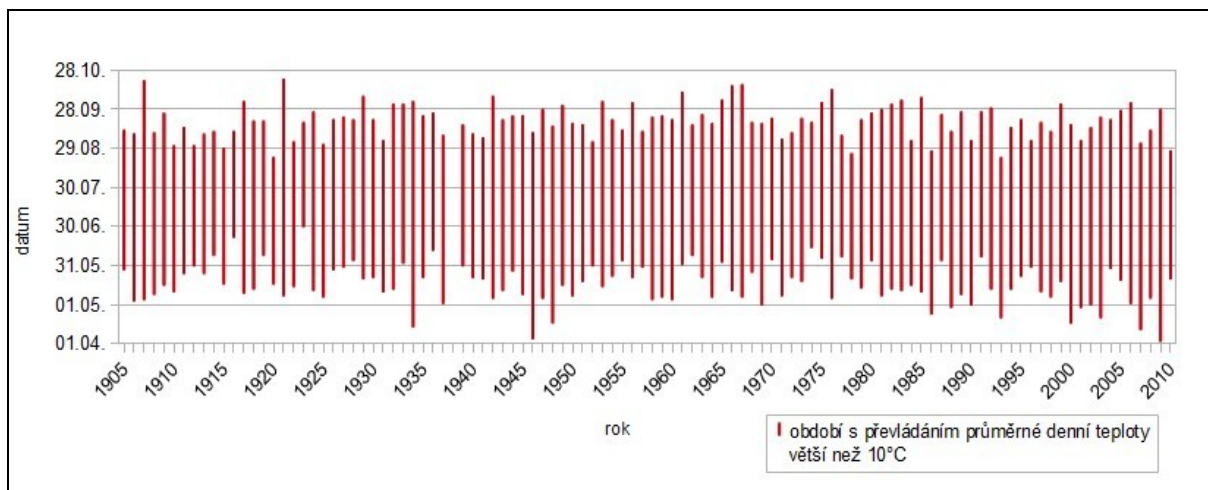


### **3.1.6.3. Období s převládáním průměrné denní teploty větší než 10°C**

Toto období je nazýváno malým vegetačním obdobím (Smolen a kol, 1980) nebo také hlavním vegetačním obdobím (Možný a Nekovář, 2007). Medián jeho nástupu připadá na 15. května, střední hodnota jeho konce je 20. září. Rekordně brzký začátek byl v roce 2009, kdy malé vegetační období začalo již 3. dubna, v roce 1946 začínalo pouze o dva dny později. V roce 1921 toto období končilo až 21. října, v roce 1907 končilo 20. října. Naopak v roce 1923 malé vegetační období začínalo až 3. července. Extrémně brzký konec mělo toto období shodně v letech 1920 a 1993, kdy končilo již 22. srpna (graf 14). V grafu 14, 15 a 16 není znázorněn rok 1938 z důvodu absence denních dat (kapitola 2.2.).

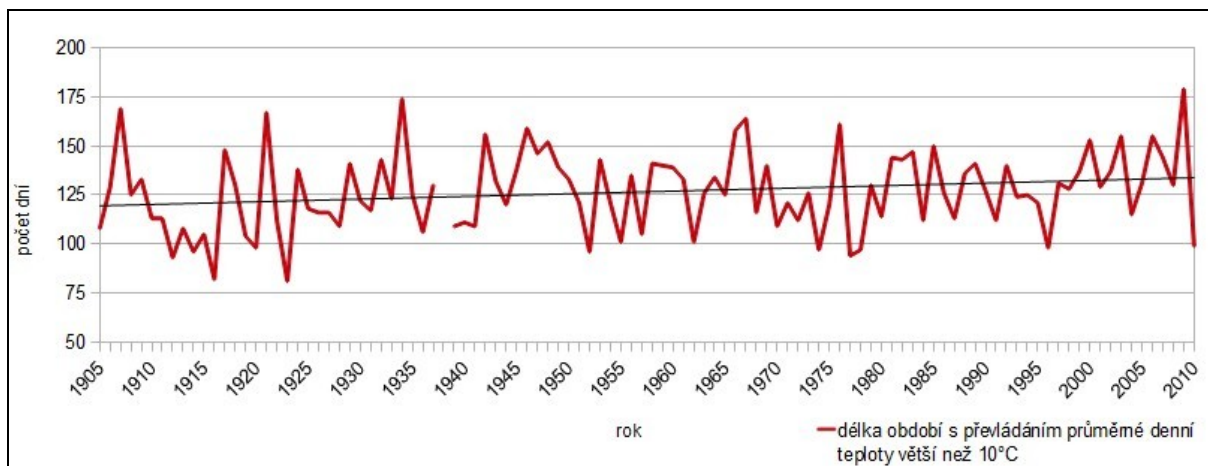


**Graf 14: Výskyt období s převládáním průměrné denní teploty větší než 10°C**



Trend délky malého vegetačního období roste o 15,52 dní/100 let, což odpovídá 12,22%/100 let. Tento trend byl sledován, stejně jako v předchozích dvou případech, statisticky významný. Střední délka tohoto období je 126 dní, průměrná délka je 127 dní. Směrodatná odchylka je rovna 20,24. Nejkratší malé vegetační období trvalo 78 dní v roce 1923, naopak nejdelší bylo zjištěno v roce 2009, kdy trvalo 178 dní (graf 15).

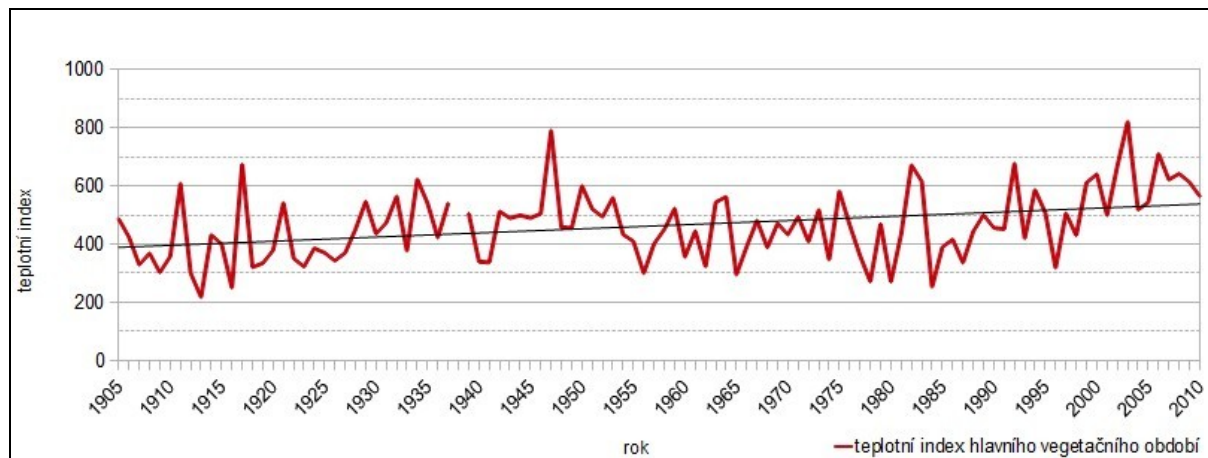
**Graf 15: Délka období s převládáním průměrné denní teploty větší než 10°C**



Suma odchylek v tomto období by se mohla označit jako teplotní index hlavního vegetačního období. Tento index byl největší v roce 2003, další mimořádně teplé hlavní vegetační období bylo v roce 1947. Nejmenší hodnota teplotního indexu byla zaznamenána v roce 1913. Dalšími z pohledu tohoto ukazatele extrémními roky jsou 1916

a 1984 (graf 16). Teplotní index hlavního vegetačního období má rostoucí trend 141,99/100 let (tabulka 6).

**Graf 16: Hodnota teplotního indexu hlavního vegetačního období**



#### **3.1.6.4. Charakteristiky otevřených intervalů teploty**

Ze tří výše zpracovaných teplotních intervalů je nejdelší období s převládáním teplot nad 5°C (dále velké vegetační období). Jeho průměrná délka je 186 dní, medián jeho délky je 185 dní. Období s převládajícími teplotami většími než 10°C (dále hlavní vegetační období) má průměrnou délku 127 dní, což je o 15 dní více než období s převládáním teplot menších než 0°C (dále mrazové období). Medián délky hlavního vegetačního období je 126 dní, tedy o 13 dní více než v případě mrazového období. Délka mrazového období má klesající trend 27,8 dní/100 let. Trend je větší v případě ukončení, takže je možné tvrdit, že se mrazové období zkracuje a posouvá směrem k první polovině zimy. Délka obou vegetačních období má rostoucí trend, přičemž absolutní hodnota trendu začátku je větší než absolutní hodnota trendu konce. Z toho usuzuji, že se vegetační období prodlužují a posunují směrem k první polovině roku. Směrodatná odchylka délky trvání určitého intervalu je největší v případě mrazového období a činí 24,06. Naopak velké vegetační období má směrodatnou odchylku nejmenší, její hodnota je rovna 18,49. Směrodatná odchylka velkého vegetačního období je 20,24. Průměrná teplota v mrazovém období je -3,5°C, ve velkém vegetačním období 11,8°C a v hlavním vegetačním období 13,7°C (tabulka 6).

**Tabulka 6: Charakteristiky otevřených intervalů teploty**

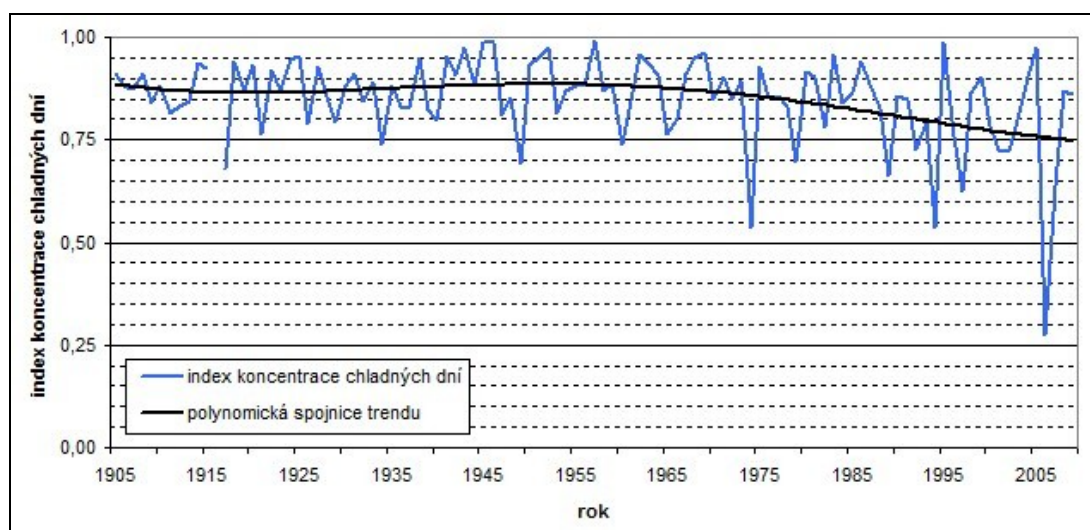
	období s převládáním teplot		
	< 0°C	> 5°C	> 10°C
<b>medián začátku období</b>	16.11.	20.04.	15.05.
<b>trend začátku období [dní/100 let]</b>	10,01	-7,53	-13,96
<b>medián ukončení období</b>	12.03.	20.10.	20.09.
<b>trend ukončení období [dní/100 let]</b>	-17,80	5,00	1,56
<b>medián délky období</b>	113	185	126
<b>trend délky období [dní/100 let]</b>	-27,81	12,53	15,52
<b>trend délky období [%/100 let]</b>	-24,82	6,74	12,22
<b>průměrná délka období</b>	112	186	127
<b>směrodatná odchylka délky období</b>	24,06	18,49	20,24
<b>průměrný součet odchylek v období</b>	-394,25	1253,47	463,61
<b>trend součtu odchylek [x/100 let]</b>	-76,73	210,26	141,99
<b>průměrná teplota období</b>	-3,5°	11,8°C	13,7°C

### 3.1.6.5. Index koncentrace chladných dní

Index koncentrace chladných dní vychází z období převládání průměrné denní teploty menší než 0°C, tedy mrazového období. Podle Sládka (2012) se jedná o poměr mezi počtem dní v mrazovém období, kdy byla průměrná teplota vzduchu menší než 0°C a počtem dní v zimním půlroce s průměrnou denní teplotou menší než 0°C. Tento index odráží charakter průběhu zimy. Pokud v zimním období dlouhodobě převládají záporné hodnoty denní průměrné teploty vzduchu, index koncentrace chladných dní se blíží hodnotě 1. Naopak, když je zima teplotně nestálá s četnými oblevy, je index koncentrace chladných dní nízký. Index koncentrace chladných dní dosahuje nejvyšších hodnot ve 40. a 50. letech 20. století. Od 70. let dochází ke snižování tohoto indexu, což odráží mírný průběh zim v posledních dvou desetiletích (graf 17).



**Graf 17: Index koncentrace chladných dní\***



### 3.1.7. Absolutní extrémy teploty vzduchu

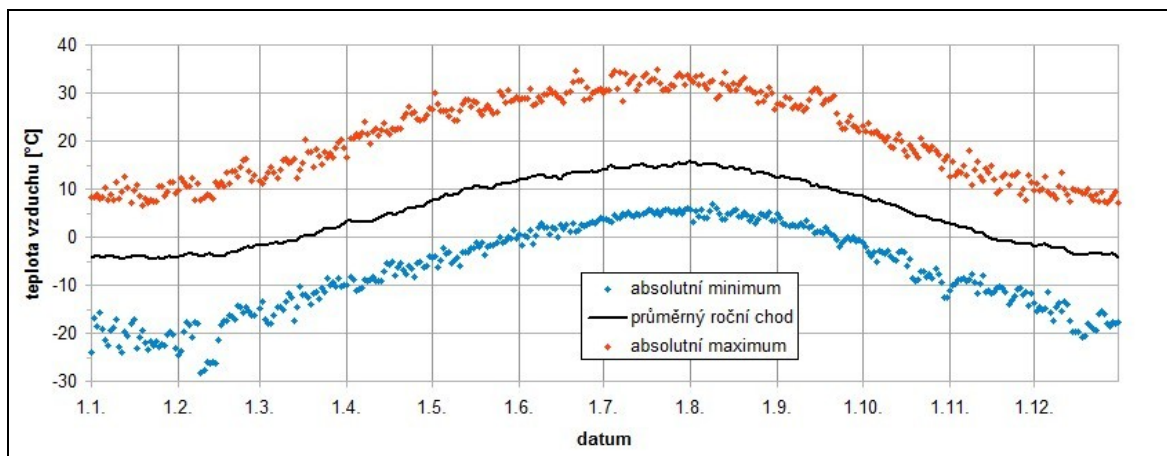
Denní extrémy teploty vzduchu jsou na Milešově měřeny od 1. května 1906 (kapitola 2.2.). V této podkapitole se práce zabývá ročním chodem těchto extrémů, trendy výskytu absolutních extrémů teploty vzduchu a jejich vazbou na synoptické situace. Absolutní extrém teploty vzduchu pro určitý kalendářní den bývá ve sdělovacích prostředcích často nazýván teplotním rekordem.

#### 3.1.7.1. Roční chod absolutních extrémů teploty vzduchu

Nejvyšší hodnota maximální teploty vzduchu byla zaznamenána 20. července 2006 a činí 35,0°C. Nejvyšší maximální teplota v nejchladnějším měsíci lednu byla naměřena 13. ledna 1994 a má hodnotu 12,6°C (graf 18, tabulka 7). Nejnižší hodnota minimální teploty vzduchu byla zaznamenána 9. února 1956 a je rovna -28,3°C. Nejnižší minimální teplota v nejteplejším měsíci červenci byla naměřena 4. července 1962 a má hodnotu 3,1°C (graf 18, tabulka 8). U ročního chodu absolutních extrémů minimální teploty vzduchu jsou zimní extrémy (zvláště v měsíci únoru) mnohem více rozkolísané než extrémy naměřené v letním období (zvláště v měsíci červenci) (graf 18).

\* na ose x je uveden letopočet prosince, tzn. např. že rok 2005 značí přelom roku 2005/2006

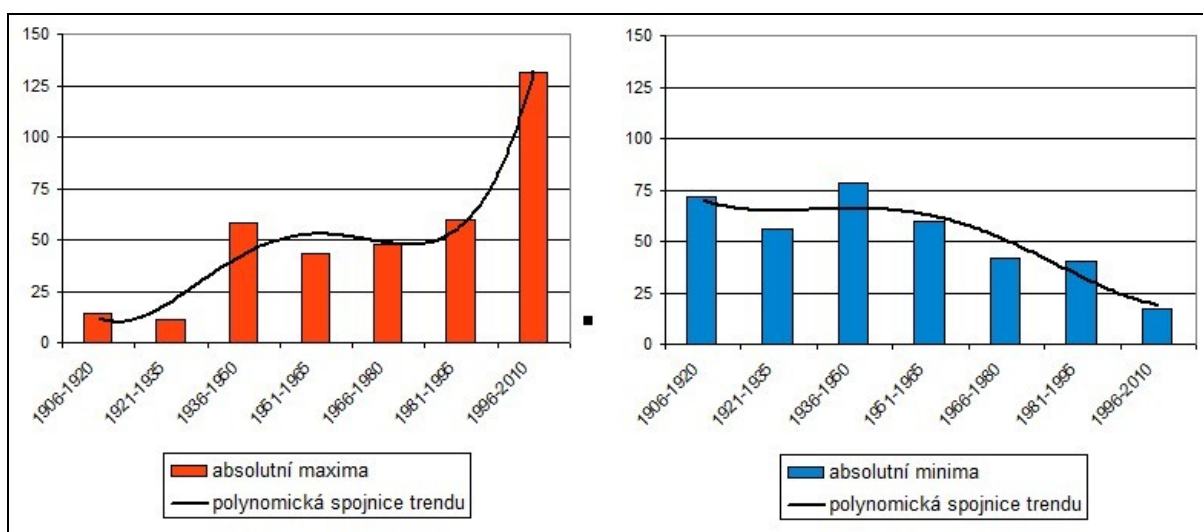
**Graf 18: Absolutní extrémy teploty vzduchu pro jednotlivé dny v roce**



### 3.1.7.2. Období zaznamenání absolutních extrémů teploty vzduchu

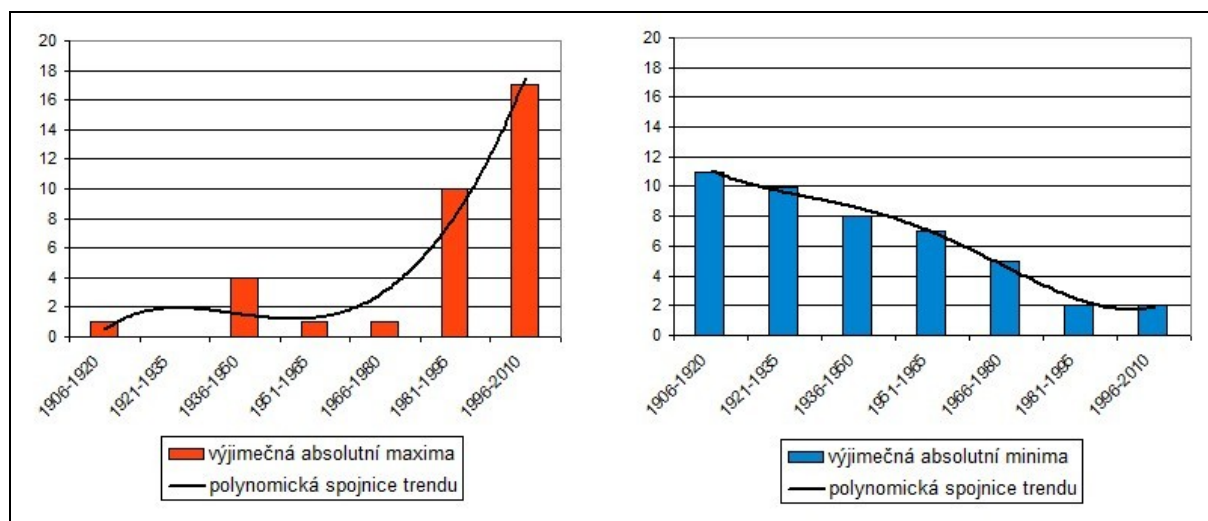
V prvních dvou patnáctiletých obdobích byly výrazně četnější absolutní extrémy minimální teploty vzduchu, v těchto třiceti letech bylo zaznamenáno pouze 25 absolutních extrémů maximální teploty vzduchu. Tato období byla z hlediska této charakteristiky velmi chladná. V následujících dvou patnáctiletých byla absolutní maxima četnější a od období 1966-1980 převládají. V posledním patnáctiletém období bylo zaznamenáno pouze 17 absolutních minim oproti 131 absolutním maximům. Z toho plyne, že 36 % absolutních maxim bylo naměřeno v posledním patnáctiletí 1996-2010. V období 1936-1950 je zřejmé podružné maximum. Absolutní extrémy minimální teploty vzduchu byly zaznamenány nejčastěji v období 1936-1950, od tohoto období směrem do současnosti jejich frekvence výskytu klesá (graf 19).

**Graf 19: Trendy v období zaznamenání absolutních extrémů teploty vzduchu**



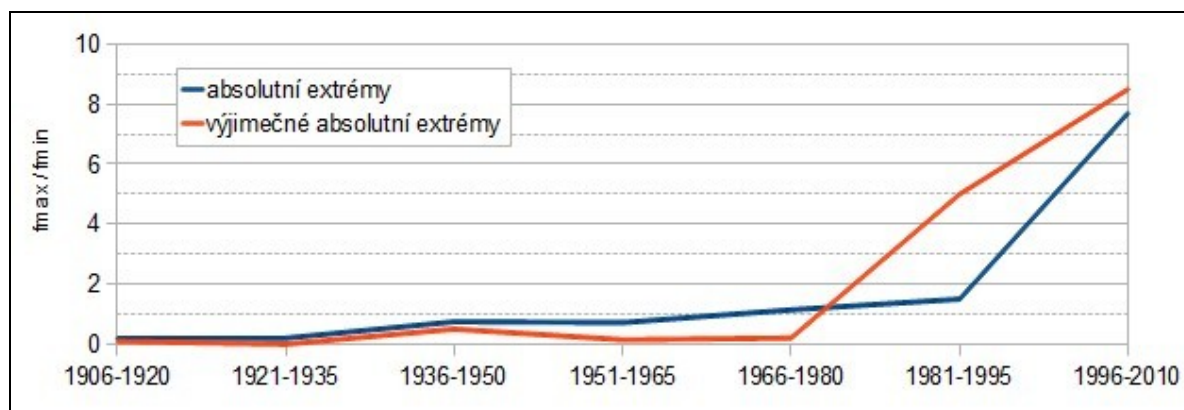
Výjimečné absolutní extrémy maximální teploty vzduchu mají výraznější vzestupnou tendenci (graf 20). Podle Sládka (2012) je za výjimečný absolutní extrém maximální teploty vzduchu považována hodnota, která je větší než předchozí výjimečný absolutní extrém a za níž následuje menší teplota. Tyto extrémy se vymezují od nejmenší hodnoty. V tabulce 7 jsou výjimečné extrémy znázorněny červeně, nejmenší a největší hodnoty tučně. V případě výjimečných absolutních minim se analogicky hledá hodnota, která je menší než předchozí výjimečný absolutní extrém a za níž následuje větší hodnota. Tyto extrémy se vymezují od největší hodnoty. V tabulce 8 jsou výjimečné extrémy znázorněny modře, nejmenší a největší hodnoty tučně.

**Graf 20: Trendy v období zaznamenání výjimečných absolutních extrémů teploty vzduchu**



Disproporce mezi frekvencí absolutních maxim a absolutních minim lze podle Sládka (2012) znázornit jako jejich poměr (graf 21).

**Graf 21: Poměr mezi četností absolutních maxim a absolutních minim**



**Tabulka 7: Absolutní extrémy maximální teploty vzduchu**

	LED		ÚNO		BŘE		DUB		KVĚ		ČER	
1	8,2	1921	9,6	2006	11,7	1992	16,7	1976	26,5	2001	28,6	1947
2	8,4	1921	12,4	2002	11,2	1920	20,6	1976	29,9	2005	29,0	1979
3	8,8	1916	11,5	1957	12,4	1948	20,6	1953	27,7	2001	28,8	1979
4	8,1	1925	10,5	2004	13,4	1948	21,4	2009	26,3	1977	29,0	2003
5	8,4	1999	10,6	2004	14,5	1948	20,9	1946	26,3	2003	30,9	2003
6	10,4	1999	12,4	2000	13,5	1948	21,6	1961	26,4	2003	27,5	2010
7	7,8	1916	7,8	2001	12,2	1920	24,0	1961	25,1	2000	27,8	2007
8	8,9	2005	11,2	1990	13,9	1961	21,4	2009	26,6	2003	29,1	2003
9	7,8	1957	7,7	1912	16,1	1961	19,4	1986	24,4	2000	28,4	2007
10	11,3	1991	8,2	1958	16,4	1961	22,0	2009	24,4	1976	29,8	2010
11	7,9	1994	9,0	1974	15,3	2002	22,5	2009	26,2	1945	29,8	2000
12	9,5	1993	8,7	1974	15,6	1961	21,2	2009	27,7	1945	30,9	2003
13	12,6	1994	8,1	1992	16,2	2007	22,4	2007	28,6	1945	30,1	1964
14	10,3	1994	11,5	1958	12,3	1991	23,7	2007	28,6	1969	30,0	1964
15	7,1	1994	10,7	1961	14,1	1945	22,0	2007	27,1	2000	29,2	2006
16	9,7	1947	11,4	2001	15,4	1945	21,5	2007	28,3	2000	28,8	2006
17	11,0	1993	10,5	1950	20,3	2004	22,7	1934	28,1	2000	28,0	2002
18	8,5	2007	13,3	1950	17,8	2004	22,2	1949	26,2	1971	30,1	2002
19	6,6	1939	11,2	1950	17,6	1990	22,5	1948	25,3	1993	30,3	2002
20	8,0	2007	13,7	1990	14,6	1974	22,7	1988	26,7	1979	32,3	2000
21	7,1	2007	13,8	1990	18,3	1990	24,8	2000	27,3	2007	34,7	2000
22	7,7	1993	12,5	1943	16,8	1990	25,6	1968	26,6	1950	32,5	2000
23	7,5	1994	14,6	1943	15,2	1974	27,2	2000	25,6	1918	32,7	2003
24	7,5	1993	15,9	2008	17,6	1977	25,8	1962	26,1	2007	28,5	2005
25	10,5	1994	16,4	1990	16,6	1968	26,1	1962	30,3	2007	31,2	1967
26	10,5	1994	13,8	2008	17,5	1945	24,5	2006	29,3	2009	28,9	2006
27	8,5	1918	11,6	1959	16,7	1974	24,2	2007	28,1	2005	30,1	2006
28	9,5	2002	12,8	1959	18,5	1949	24,5	2007	30,7	2005	30,3	1994
29	11,5	2002			19,8	1968	25,3	1955	28,4	2005	30,7	1994
30	11,4	2002			20,2	1968	27,0	1955	28,5	1999	31,0	1950
31	9,2	2002			18,6	1989			29,2	2008		

	ČEC		SRP		ZÁŘ		ŘÍJ		LIS		PRO	
1	29,9	1957	32,8	1983	27,6	1942	23,1	1956	12,6	1945	9,6	1939
2	30,7	1952	32,2	1943	27,8	1953	21,9	2001	15,6	1982	11,2	1948
3	30,7	2008	33,3	1943	27,5	1911	23,7	2001	12,8	1927	9,8	1985
4	33,7	1957	31,7	1963	29,1	1942	21,8	1983	13,8	1971	9,9	1985
5	34,7	1957	33,6	1990	29,0	1973	21,7	1942	13,4	2010	12,6	1985
6	31,0	1957	31,6	1952	27,0	1973	22,0	1942	15,0	1955	9,4	1915
7	34,3	1957	30,9	1971	27,4	2006	21,1	1966	12,8	1977	9,0	1979
8	28,3	1991	32,2	1992	26,9	2005	21,0	1966	18,1	1991	9,0	1914
9	33,9	1939	32,6	1992	27,3	1973	20,0	1976	11,0	1965	7,9	1953
10	32,1	2010	28,8	2003	26,4	1999	20,9	1976	14,0	1983	10,5	1942
11	33,0	2010	29,3	1921	26,9	1999	18,8	1921	15,6	1977	13,5	1915
12	33,4	2010	32,1	2004	28,5	1947	18,6	1978	12,7	1977	10,1	2000
13	30,5	2006	34,2	2003	30,3	1947	20,2	2001	11,8	2010	8,9	2000
14	31,6	2010	31,3	1952	31,0	1947	21,5	1990	14,4	2010	7,4	1989
15	33,5	2007	30,6	2000	30,9	1947	20,1	2000	13,5	2006	10,0	2006
16	34,1	2007	32,0	1974	29,9	1947	18,0	2000	14,9	2006	9,7	1989
17	32,4	1976	30,7	2000	27,8	1947	16,8	1967	12,0	2006	9,6	1956
18	33,0	1983	31,6	2003	28,6	1947	19,2	1954	9,2	2006	9,1	1987
19	33,0	2006	32,5	1943	28,7	1947	18,4	1957	9,8	2009	9,2	1987
20	35,0	2006	33,2	2000	29,0	1947	17,4	1943	12,7	2009	10,0	2007
21	32,0	2006	31,0	1943	29,3	2003	16,5	1943	13,2	2009	8,7	1989
22	30,7	2006	31,0	1943	25,8	2003	20,6	1989	10,8	1930	7,7	1971
23	30,8	2006	30,2	1950	23,7	1987	19,2	1989	12,8	1980	9,0	1924
24	30,6	1963	30,1	1950	22,6	1999	18,8	2004	12,8	1980	7,5	1924
25	31,6	1963	28,1	2001	22,6	1967	18,1	1989	13,5	1906	9,4	1983
26	31,3	2006	30,2	2001	23,9	1947	18,8	1989	9,0	1986	7,3	1983
27	33,5	1983	28,2	2001	25,1	1947	18,1	1975	10,1	1970	7,1	1920
28	34,0	2005	29,3	1992	23,1	1948	17,1	1980	7,6	1961	7,7	1974
29	33,4	1947	31,1	1992	23,0	1961	14,3	1975	12,8	1979	8,6	1974
30	31,8	1994	30,0	1942	22,0	1961	15,9	1945	11,4	1953	9,4	1925
31	33,7	1994	26,6	1942			16,9	2001			7,2	1920



**Tabulka 8: Absolutní extrémy minimální teploty vzduchu**

	LED		ÚNO		BŘE		DUB		KVĚ		ČER	
1	-24,0	1979	-24,6	1956	-14,9	1929	-10,1	1931	-4,3	1962	0,7	1962
2	-16,8	1941	-23,8	1956	-13,4	1929	-8,3	1958	-4,0	1914	-1,8	1928
3	-18,5	1941	-19,6	1954	-17,2	1987	-8,9	1909	-6,3	1941	0,3	1937
4	-15,6	1941	-17,8	1912	-18,1	1971	-11,0	1929	-4,8	1941	0,1	1962
5	-19,2	1947	-18,3	1922	-18,1	1971	-10,8	1929	-2,4	1957	1,5	1975
6	-21,5	1947	-20,8	1991	-16,2	1971	-10,7	1929	-3,3	1957	-1,3	1962
7	-22,5	1947	-17,6	1922	-14,5	1964	-8,8	2003	-3,1	1957	0,3	1962
8	-19,5	1947	-17,9	1986	-14,5	1935	-9,2	1956	-5,3	1941	1,9	1920
9	-18,8	1985	-28,3	1956	-15,0	1935	-8,9	2003	-4,9	1941	2,9	1985
10	-17,0	1967	-27,8	1956	-13,3	1915	-8,2	1941	-4,2	1953	2,1	1911
11	-22,9	1987	-26,1	1929	-11,6	1931	-9,0	1913	-6,0	1978	2,0	1955
12	-24,0	1987	-26,3	1929	-12,7	1925	-9,0	1913	-3,2	1941	0,6	1941
13	-19,8	1987	-26,0	1929	-17,5	1942	-9,1	1986	-3,0	1940	1,9	1998
14	-20,7	1987	-26,3	1929	-14,6	1942	-7,2	1986	-3,1	1927	1,8	1941
15	-18,0	1912	-21,3	1929	-10,2	1962	-5,3	1913	-2,3	1915	0,0	1923
16	-17,2	1942	-18,3	1940	-12,1	1964	-5,6	1912	-2,2	1941	2,5	1916
17	-23,0	1940	-17,3	1940	-11,9	1925	-5,1	1928	-1,1	1919	1,8	1928
18	-20,8	1940	-17,3	1940	-12,6	1941	-8,1	1955	-2,0	1919	2,5	1928
19	-19,3	1940	-16,3	1948	-14,0	1955	-6,3	1938	-1,2	1991	1,1	1921
20	-21,9	1942	-16,6	1948	-11,6	1984	-5,5	1938	-3,8	1952	2,8	1921
21	-23,4	1942	-17,1	1947	-11,5	1976	-6,8	1991	-2,0	1911	1,2	1921
22	-21,8	1907	-14,3	1986	-12,8	1958	-7,8	1919	-1,7	1955	1,4	1921
23	-22,5	1907	-14,7	1986	-10,6	1963	-6,0	1929	-1,8	1955	2,7	1921
24	-21,6	1942	-15,6	1986	-11,5	1917	-6,5	1988	-1,0	1944	2,2	1918
25	-22,8	1942	-14,5	1986	-8,6	1932	-8,3	1972	0,1	1955	2,5	1918
26	-22,2	1942	-15,4	1986	-10,0	1918	-5,3	1972	-1,1	1957	3,0	1923
27	-22,6	1942	-16,2	1929	-9,4	1918	-5,1	1984	-0,8	1957	3,2	1923
28	-20,2	1942	-16,4	1932	-10,2	1952	-6,2	1976	0,1	1957	3,0	1919
29	-19,6	1945			-8,5	1915	-6,0	1976	-0,2	1951	3,3	1962
30	-20,4	1954			-10,4	1977	-4,1	1942	1,3	1966	4,0	1964
31	-23,0	1954			-10,1	1977			-0,2	1997		

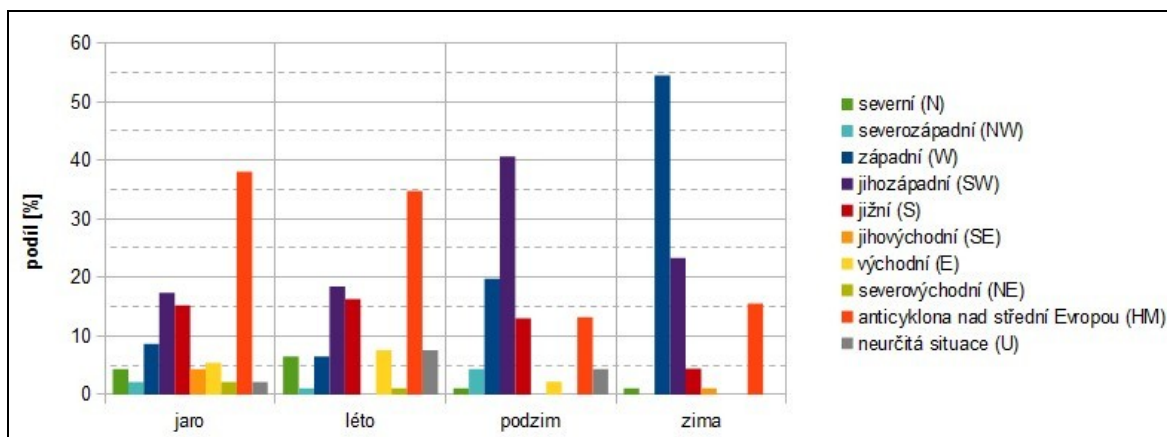
  

	ČEC		SRP		ZÁŘ		ŘÍJ		LIS		PRO	
1	3,7	1960	5,7	1965	4,9	1978	-1,2	1993	-11,2	1920	-13,6	1980
2	3,8	1907	3,2	1908	4,0	1909	-2,1	1936	-10,0	1980	-15,5	2010
3	3,3	1962	5,5	1964	2,8	1908	-3,1	1979	-9,6	1980	-14,5	1933
4	3,1	1962	4,4	1996	2,5	1907	-4,1	1912	-8,8	1980	-15,0	1933
5	4,5	1918	5,6	1976	2,4	1925	-3,0	1912	-8,8	1980	-14,8	1933
6	4,0	1961	4,1	1987	2,5	1985	-5,0	1912	-8,7	1908	-11,5	1978
7	4,1	1974	4,1	1987	2,3	1985	-2,8	1936	-9,2	1908	-15,6	1945
8	4,8	1998	5,5	1941	2,3	1941	-3,1	1939	-8,9	1908	-17,4	1945
9	4,6	1948	6,8	1941	3,0	1985	-3,3	1936	-7,7	1908	-14,5	2002
10	5,1	1948	6,0	1941	2,2	1912	-2,9	1975	-9,4	1921	-13,6	1991
11	4,6	1993	4,8	1908	3,3	1912	-4,1	1936	-11,6	1921	-15,5	1968
12	4,3	1937	3,6	1908	2,0	1940	-4,5	2004	-9,6	1921	-13,3	2002
13	5,0	1907	3,8	1949	2,3	1964	-4,9	1973	-8,1	1921	-14,1	1963
14	4,6	1919	4,8	1908	0,9	1931	-3,1	1992	-11,5	1941	-17,3	2001
15	5,0	1919	4,8	1908	1,1	1971	-2,9	2009	-11,0	1941	-19,7	1946
16	5,1	1978	5,5	1930	1,1	1971	-3,0	1971	-11,6	1965	-19,7	1933
17	5,8	1922	5,7	1961	0,9	1971	-5,9	1971	-11,5	1965	-19,6	1933
18	5,4	1907	4,4	1949	2,0	1994	-4,5	1908	-10,5	1985	-20,8	1938
19	4,9	1989	4,4	1949	1,2	1922	-8,7	1908	-10,2	1993	-20,7	1938
20	5,5	1981	5,2	1924	0,7	1952	-9,0	1908	-10,6	1956	-18,1	2009
21	4,5	1968	4,5	1907	0,2	1915	-8,8	1908	-11,4	1956	-18,7	1927
22	5,4	1980	3,5	1940	-0,5	1931	-7,0	1908	-14,1	1998	-19,1	1962
23	5,6	1990	4,3	1912	-1,9	1931	-7,0	1908	-13,2	1965	-19,4	1962
24	5,6	1986	2,8	1940	-1,1	2002	-8,4	1946	-12,2	1965	-16,0	1962
25	5,2	1939	3,6	1980	-0,5	1912	-7,8	1946	-10,8	1975	-15,4	1962
26	5,3	1974	4,9	1980	0,0	1906	-8,5	1947	-10,7	1975	-16,1	1961
27	4,8	1914	4,5	1906	-0,5	1931	-6,5	1931	-11,9	1921	-18,1	1962
28	5,6	1987	4,2	1998	-0,1	1939	-7,7	1950	-11,5	1915	-18,5	1996
29	5,0	1940	5,2	1995	-0,9	1936	-9,5	1920	-14,4	1915	-17,8	1908
30	5,6	1940	3,5	1920	-0,6	1993	-12,5	1920	-11,8	1915	-18,1	1908
31	5,9	1965	3,5	1940			-12,5	1920			-17,8	1978

### 3.1.7.3. Vazba absolutních extrémů teploty vzduchu na synoptické situace

Synoptický materiál byl získán z Gerstengarbe a Werner (2010). Pomocí katalogu Hess-Brezowski bylo pro každé roční období zkoumáno procentuální zastoupení jednotlivých synoptických situací (Großwettertypen-GWT), které panovaly ve dni zaznamenání absolutního teplotního rekordu (graf 22, 23).

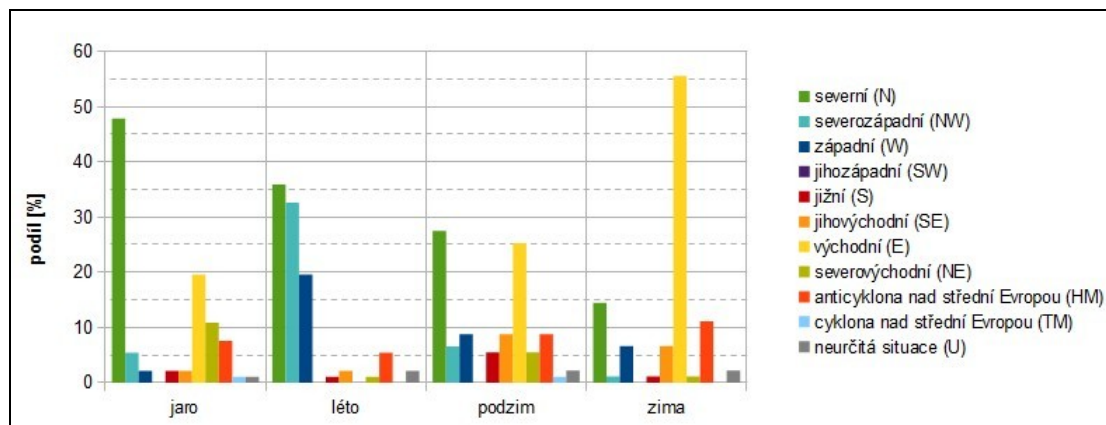
Graf 22: Vazba abs. extrémů maximální denní teploty vzduchu na synoptické situace



zdroj dat: ÚFA AVČR (2011), Gerstengarbe a Werner (2010)

V jarním období se anticyklona nad střední Evropou (HM) vyskytovala v 38 % případů, kdy byl zaznamenán absolutní extrém maximální denní teploty vzduchu. Tyto teplotní extrémy se také zvláště vyskytovaly při jihozápadní (SW) a jižní (S) synoptické situaci. V létě je vliv anticyklony nad střední Evropou na výskyt absolutních extrémů maximální denní teploty vzduchu srovnatelný, činí 35 %. Podíl jihozápadní a jižní synoptické situace je také téměř stejný. Obecně lze říci, že jarní a letní období je z hlediska této charakteristiky srovnatelné. Na podzim má na výskyt těchto extrémních teplot rozhodující vliv jihozápadní synoptická situace se 41% podílem. Začíná se výrazně projevovat také západní synoptická situace (W), podíl anticyklony nad střední Evropou a jižní synoptické situace klesá. V zimním období je silná vazba mezi absolutními extrémy maximálních denní teplot vzduchu a západní synoptickou situací – 54 %. Výraznější vliv má také jihozápadní situace a anticyklona nad střední Evropou (graf 22).

**Graf 23: Vazba abs. extrémů minimální denní teploty vzduchu na synoptické situace**



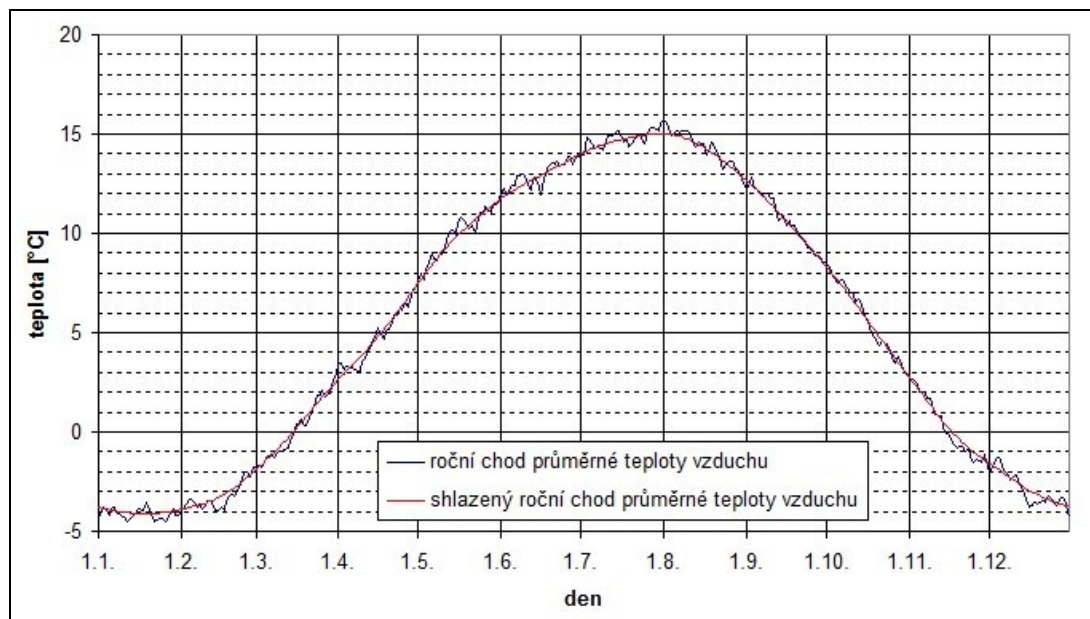
zdroj dat: ÚFA AVČR (2011) , Gerstengarbe a Werner (2010)

Absolutní extrémů minimální denní teploty vzduchu jsou na jaře ze 48 % způsobeny severní synoptickou situací (N). Výrazný podíl má s 19 % východní situace (E) a s 11 % severovýchodní situace (NE). V létě se vliv severní synoptické situace snižuje, ale stále je s 36 % dominantní. Na vzniku absolutních extrémů minimální denní teploty vzduchu se v letním období podílí také severozápadní synoptická situace (NW) s 33 % a západní synoptická situace (W) s 19 %. Naopak východní a severovýchodní synoptická situace má, na rozdíl od jara, téměř nulový vliv. Na podzim se při zaznamenání absolutního extrému minimální teploty vzduchu nejčastěji vyskytovala severní synoptická situace (27 %) a východní synoptická situace (25 %). V podzimním období mají relativně vysoký podíl i jiné synoptické situace. Zima je jediným obdobím, kdy je převaha jedné synoptické situace více než poloviční, východní synoptická situace je zde zastoupena 56 %. Vliv mají i severní synoptická situace s 14 % a anticyklona nad střední Evropou s 11 % (graf 23).

### 3.2. Subsezónní anomálie teploty vzduchu

V další části třetí kapitoly se práce zabývá subsezónními anomáliemi teploty vzduchu. Subsezónní anomálie je podle Brázdil, Štekl a kol. (1999) chápána jako odchylka od shlazeného ročního chodu (graf 24), která je vyvolána cirkulačně-frontálními procesy. Narozdíl od singularity není ovšem striktně kalendářně vázána. Metoda vymezení subsezónních anomálií je popsána v kapitole 2.3.

**Graf 24: Porovnání neshlazeného a shlazeného ročního chodu teploty vzduchu**



### 3.2.1. Jarní subsezónní anomálie teploty vzduchu

Pro jarní období je 95% percentil z odchylek teploty vzduchu od shlazeného chodu roven 7,3 a 5% percentil je -7,0. V tomto období jsou tedy za teplé subsezónní anomálie považovány tři a více dní trvající období s průměrnou teplotou vzduchu 7,3°C nad shlazeným průměrem. Chladné subsezónní anomálie jsou uvažovány jako tři a více dní dlouhá období s průměrnou teplotou vzduchu o 7,0°C menší než je shlazený průměr.

V jarním období bylo vymezeno 56 teplých subsezónních anomálií ve 37 unikátních letech, tyto anomálie zahrnují celkem 239 dní. V letech 1979 a 2008 se navíc vyskytla teplá subsezónní anomálie na přelomu jara a léta. Jejich největší koncentrace spadá do období 1945-1948, na jaře v roce 1946 bylo zjištěno 5 subsezónních anomálií o celkové délce 20 dnů. Tři subsezónní anomálie byly zaznamenány na jaře v letech 1948, 1953 a 2007. Naopak v období od roku 1980 do roku 1988 se nevyskytovaly. Chladných subsezónních anomálií bylo zjištěno 55 ve 45 unikátních letech. Celková délka těchto anomálií je 211 dní. V roce 2006 byla navíc zjištěna chladná subsezónní anomálie na přelomu jara a léta. Největší počet těchto anomálií byl zaznamenán v roce 1941, naopak v období mezi lety 1992-2010 byly na jaře zjištěny pouze 3 chladné subsezónní anomálie (příloha 1).

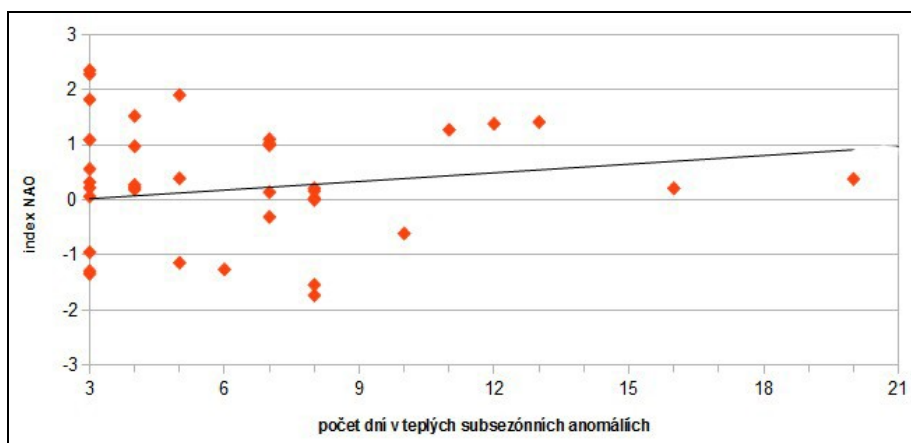
Největší kladná odchylka od shlazeného průměru byla zaznamenána 16. března 1946 v rámci 6 dní trvající teplé subsezónní anomálie a její hodnota byla 15,1°C. Naopak největší



záporná odchylka s hodnotou  $-14,4^{\circ}\text{C}$  byla naměřena 4. března 1971 (tabulka 9) a byla součástí sedmidenní chladné subsezónní anomálie.

Počet dní v teplých subsezónních anomáliích vykazuje slabou kladnou korelaci s hodnotou indexu severoatlantické oscilace (NAO). V jarním období, kdy teplé subsezónní anomálie zahrnovaly více než 10 dní, byla hodnota indexu NAO vždy kladná. Nicméně je třeba připustit, že v případě méně výraznějších anomálií je vliv indexu NAO nejasný (graf 25).

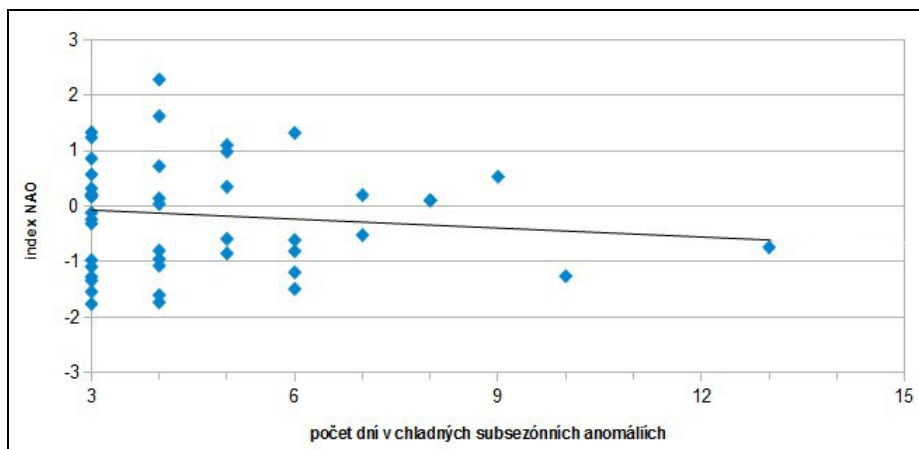
**Graf 25: Vztah počtu dní v jarních teplých subsezónních anomáliích k indexu NAO**



zdroj dat: ÚFA AVČR (2011), NCAR (2012a)

Počet dní v chladných jarních subsezónních anomáliích vykazuje slabou zápornou korelaci s hodnotou indexu NAO. Stejně jako v případě teplých subsezónních anomálií je vliv NAO patrný pouze u roků, kdy byly tyto anomálie dostatečně výrazné (graf 26).

**Graf 26: Vztah počtu dní v jarních chladných subsezónních anomáliích k indexu NAO**



zdroj dat: ÚFA AVČR (2011) , NCAR (2012a)

### 3.2.2. Letní subsezónní anomálie teploty vzduchu

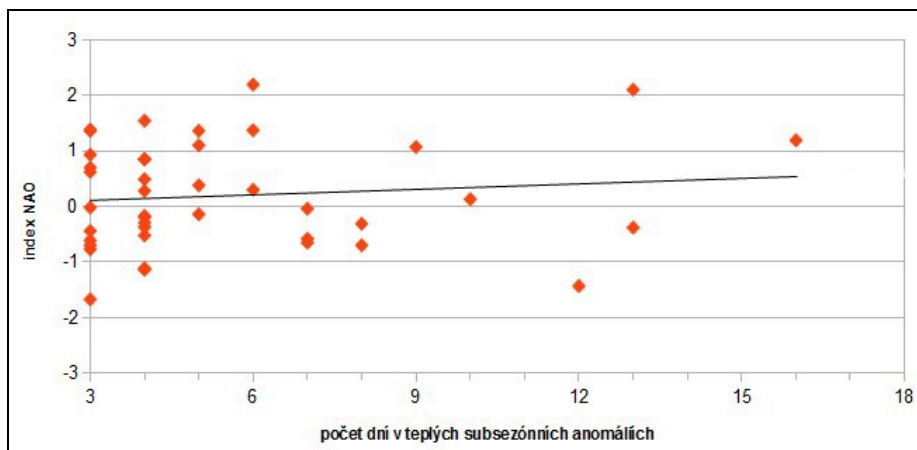
V létě je 95% percentil z odchylek roven 6,7 a 5% percentil je -5,9. V létě jsou za teplé subsezónní anomálie tedy považovány tři a více dní trvající periody, kdy byla průměrná teplota vzduchu větší alespoň o 6,7°C než je shladený průměr. Chladné subsezónní anomálie jsou uvažovány jako tři a více dní trvající období s průměrnou teplotou vzduchu minimálně o 5,9°C menší než je shladený průměr.

V letním období bylo vymezeno 57 teplých subsezónních anomálií ve 41 unikátních letech o celkové délce 229 dní. Nejvíce teplých subsezónních anomálií bylo zjištěno v letech 2006 a 2010 v délce 16, resp. 13 dnů. Naopak v období mezi lety 1984 až 1991 se v létě žádná teplá subsezónní anomálie nevyskytla. Chladných subsezónních anomálií bylo nalezeno 48 ve 34 unikátních letech o celkové délce 175 dnů. Navíc byla zjištěna jedna chladná subsezónní anomálie na přelomu léta a podzimu v roce 1978. Nejvíce chladných subsezónních anomálií bylo vymezeno v roce 1923 a to 4 o délce trvání 15 dnů, v letech 1907 a 1913 se vyskytly 3 chladné subsezónní anomálie o celkové délce 9, resp. 10 dnů. Letní období 1997-2010 bylo z pohledu této charakteristiky velmi teplé, nevyskytla se zde žádná chladná subsezónní anomálie. Zajímavým úkazem je shluk chladných subsezónních anomálií v druhé polovině června v období 1918-1923 (příloha 2).

Největší kladná odchylka byla naměřena 21. června 2000 v rámci čtyřdenní teplé subsezónní anomálie. Tato kladná odchylka měla hodnotu 13,6°C. Na druhou stranu, největší záporná odchylka byla zjištěna 12. června 1967 s hodnotou -9,4°C (tabulka 9). Tato záporná odchylka byla součástí šestidenní chladné subsezónní anomálie.

Korelace počtu dní v teplých subsezónních anomáliích s hodnotou indexu NAO je v létě slabší než v případě jarního období. Hodnota indexu NAO u let s více než 10 dny v teplých subsezónních anomáliích je jak kladná, tak záporná (graf 27).

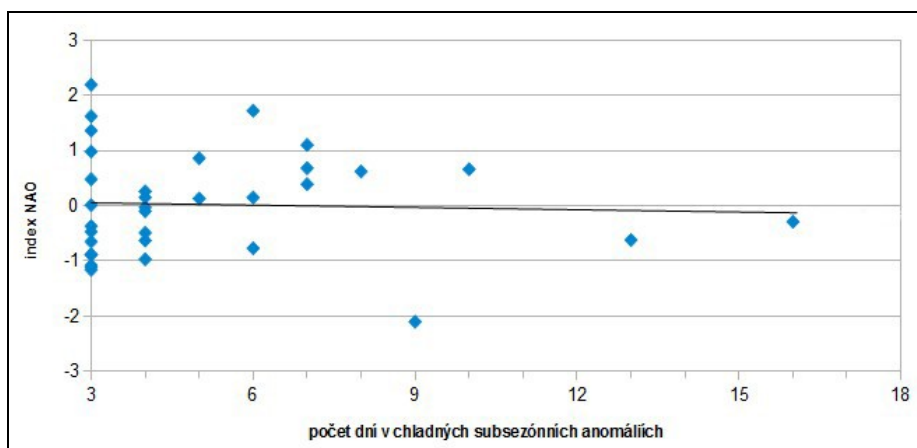
**Graf 27: Vztah počtu dní v letních teplých subsezónních anomáliích k indexu NAO**



zdroj dat: ÚFA AVČR (2011) , NCAR (2012b)

Vztah počtu dní v letních chladných subsezónních anomáliích k hodnotě indexu NAO není jasně vyjádřen (graf 28).

**Graf 28: Vztah počtu dní v letních chladných subsezónních anomáliích k indexu NAO**



zdroj dat: ÚFA AVČR (2011) , NCAR (2012b)

### 3.2.3. Podzimní subsezónní anomálie teploty vzduchu

Na podzim má 95% percentil z odchylek hodnotu 6,0. Za podzimní teplé subsezónní anomálie jsou tedy považovány tři a vícedenní periody s průměrnou denní teplotou vzduchu minimálně o 6,0°C větší, než je shladený průměr. Pětiprocentní percentil z odchylek je roven - 5,8. Za podzimní chladné subsezónní anomálie se uvažují tři a více dní trvající období s průměrnou teplotou vzduchu alespoň o 5,8°C menší, než je shladený průměr.

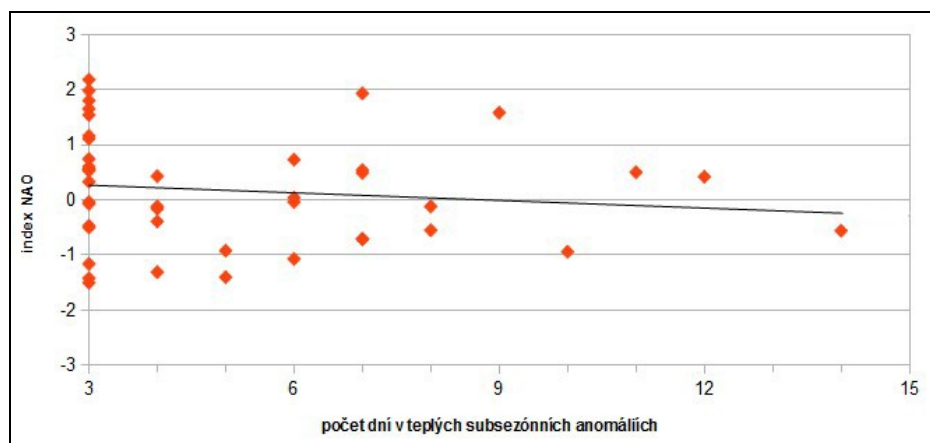
V tomto období bylo vymezeno celkem 55 teplých subsezónních anomálií ve 43 unikátních letech. Tyto anomálie dohromady trvaly 221 dní. K tomu byla zjištěna teplá

subsezónní anomálie na přelomu podzimu a zimy v roce 1953. V roce 1975 bylo zaznamenáno nejvíce teplých subsezónních anomálií a to 3 o celkové délce 12 dnů. Naopak v období mezi lety 1909-1916 nebyla na podzim zjištěna žádná teplá subsezónní anomálie. Od roku 2003 do roku 2010 jsou tyto subsezónní anomálie časté na konci října a v listopadu. Chladných subsezónních anomálií bylo vymezeno 67 ve 42 unikátních letech o celkové délce trvání 270 dní. Navíc v letech 1946 a 1973 byly vymezeny dvě chladné subsezónní anomálie na přelomu podzimu a zimy. Nejvíce chladných podzimních subsezónních anomálií bylo vymezeno v roce 1946, jejich počet byl 5 o celkové délce 27 dní. Čtyři chladné subsezónní anomálie byly zjištěny v roce 1912. Absence těchto anomálií byla zaznamenána v období mezi roky 1957-1964 (příloha 3).

Největší kladná odchylka má hodnotu  $13^{\circ}\text{C}$  a vyskytla se 15.9.1947 v rámci jedenáctidenní teplé subsezónní anomálie. Naopak největší záporná odchylka byla zjištěna 25.11.1946 v rámci 11 dní trvající chladné subsezónní anomálie na přelomu podzimu a zimy. Tato odchylka činila  $-14,8^{\circ}\text{C}$  (tabulka 9).

Vztah počtu dní v podzimních teplých subsezónních anomáliích k hodnotě indexu NAO není vyjádřen (graf 29).

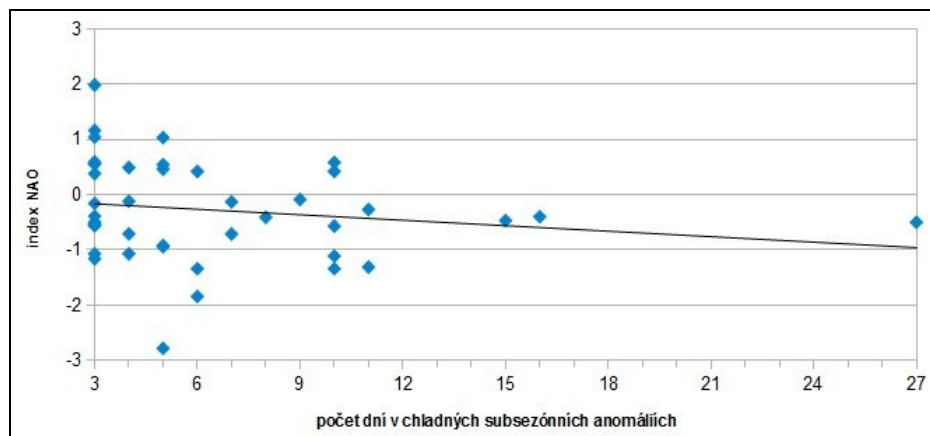
**Graf 29: Vztah počtu dní v podzimních teplých subsezónních anomáliích k indexu NAO**



zdroj dat: ÚFA AVČR (2011) , NCAR (2012c)

Korelace počtu dní v podzimních chladných subsezónních anomáliích s hodnotou indexu NAO je lepší než v případě podzimních teplých subsezónních anomálií. V letech, kdy byl velký počet dní v chladných subsezónních anomáliích byl index NAO téměř vždy záporný (graf 30).

**Graf 30: Vztah počtu dní v podzimních chladných subsezónních anomáliích k indexu NAO**



zdroj dat: ÚFA AVČR (2011) , NCAR (2012c)

### 3.2.4. Zimní subsezónní anomálie teploty vzduchu

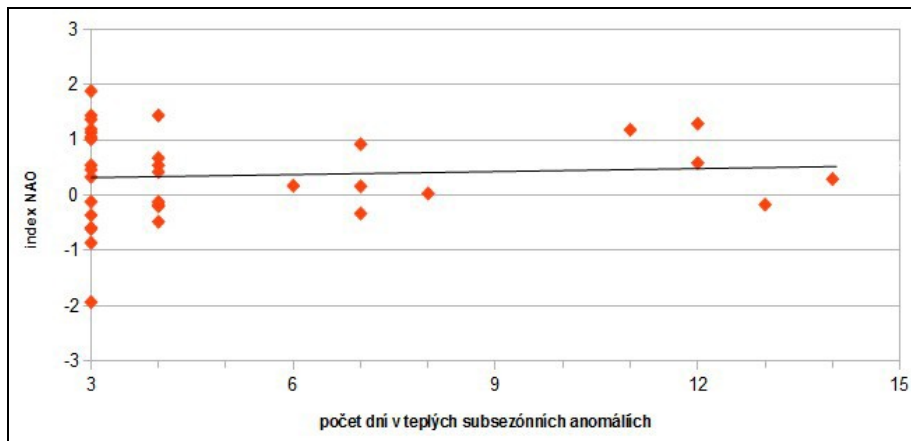
V zimě má 95% percentil z odchylek průměrné teploty vzduchu od shladeného ročního chodu hodnotu 6,7. Zimní teplé subsezónní anomálie jsou charakterizovány jako tři a více denní období s průměrnou denní teplotou minimálně o 6,7°C větší, než je shladený průměr. 5% percentil z odchylek je roven -8,0. Za zimní chladné subsezónní anomálie jsou považovány minimálně třídenní období s průměrnou denní teplotou alespoň o 8°C menší, než je shladený průměr.

V zimním období bylo vymezeno 40 teplých subsezónních anomálií v 34 unikátních letech s dobou trvání 177 dní. Na přelomu zimy a jara se navíc vyskytly tři teplé subsezónní anomálie v letech 1946, 1959 a 1994. V zimě 2007/2008 byl zaznamenán největší počet těchto anomálií a to 3 s celkovou délkou 11 dní. V zimních obdobích 1989/1990, 1993/1994, 1997/1998 a 2006/2007 byly zjištěny 2 teplé subsezónní anomálie. V prvních deseti letech pozorování (1905-1914) naopak nebyla vymezena žádná teplá subsezónní anomálie. Chladných subsezónních anomálií bylo vymezeno 60 v 39 unikátních letech a trvaly úhrnem 306 dní. Navíc byly vymezeny tři chladné subsezónní anomálie na přelomu zimy a jara 1929, 1986 a 2005. Největší počet chladných subsezónních anomálií byl v zjištěn v zimě 1946/1947, kdy jich bylo 6 o celkové délce trvání 26 dní. V zimě 1939/1940 bylo vymezeno 5 chladných subsezónních anomálií, které trvaly 27 dní. Naopak tyto anomálie se nevyskytovaly od zimy 1987/1988 až do zimy 1995/1996 (příloha 4).

Největší kladná odchylka má hodnotu 13,3°C a byla naměřena 25.2.1989 v rámci 7 dní trvající teplé subsezónní anomálie. Naopak největší záporná odchylka byla zjištěna 9.2.1955 a činila -23,2°C (tabulka 9).

V zimním období je patrná slabá kladná korelace pro počet dní v teplých subsezónních anomáliích s hodnotou indexu NAO (graf 31).

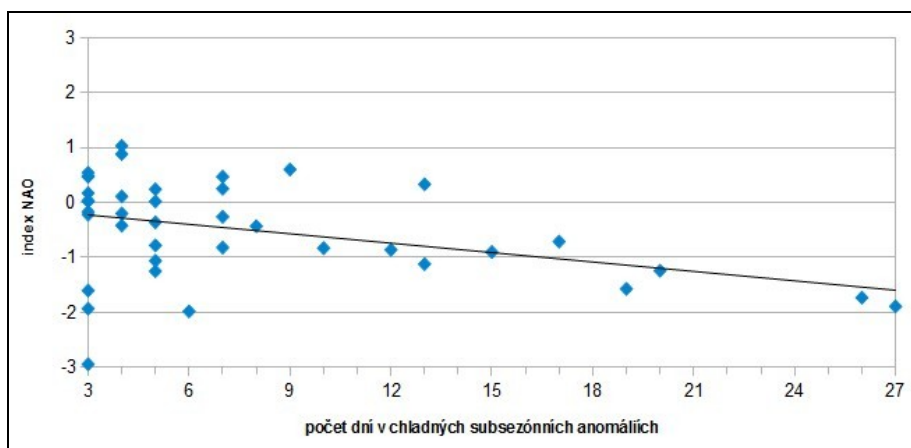
**Graf 31: Vztah počtu dní v zimních teplých subsezónních anomáliích k indexu NAO**



zdroj dat: ÚFA AVČR (2011) , NCAR (2012d)

V zimě má počet dní v chladných subsezónních anomáliích zápornou korelaci, která je nejsilnější ze všech období. Zimy, kdy chladné subsezónní anomálie trvaly alespoň 15 dní, mají vždy záporný index NAO (graf 32).

**Graf 32: Vztah počtu dní v zimních chladných subsezónních anomáliích k indexu NAO**



zdroj dat: ÚFA AVČR (2011) , NCAR (2012d)

### 3.2.5. Vlastnosti subsezónních anomálií teploty vzduchu

95% percentil z odchylek reprezentuje dolní teplotní hranici teplé subsezónní anomálie a 5% percentil z odchylek vyznačuje horní teplotní hranici chladné subsezónní anomálie. Větší absolutní hodnoty těchto percentilů ukazují na větší rozkolísanost chodu průměrné teploty vzduchu. Největší hodnota 95% percentilu je na jaře a má hodnotu 7,3°C. Naopak nejmenší hodnota 95% percentilu je na podzim a činí 6,0°C. Největší absolutní hodnota 5% percentilu je v zimě a má hodnotu 8,0°C. Nejmenší absolutní hodnota 5% percentilu je na podzim a činí 5,8°C. Vzhledem k této charakteristice má zima nejvíce rozkolísaný chod průměrné teploty vzduchu, naopak podzim nejméně. Nejvíce teplých subsezónních anomálií je zaznamenáno v létě a to 57, v zimě jich bylo vymezeno nejméně, celkem 40. Na jaře teplé subsezónní anomálie zahrnují 239 dní, což je nejvíce ze všech meteorologických ročních období. Nejméně těchto dní bylo v zimě. Nejvíce chladných subsezónních anomálií bylo zaznamenáno na podzim a nejméně v létě. Nejvíce dní v chladných subsezónních anomáliích bylo v zimě a to 306, naopak nejméně v létě. Hodnoty největších kladných odchylek si jsou napříč sezónami podobné, největší je na jaře a činí 15,1°C. Největší absolutní hodnota záporné odchylky je jasně v zimě a je rovna 23,2°C, naopak v létě je pouze 9,4°C. Nejdelší teplá i chladná subsezónní anomálie teploty vzduchu byla vymezena v zimě, v této sezóně je nejdelší i průměrná doba trvání teplých i chladných subsezónních anomálií. Naopak v létě je průměrná doba trvání subsezónních anomálií nejkratší. Koeficient determinace (druhá mocnina korelačního koeficientu) je nejvyšší v případě závislosti počtu dní v chladných subsezónních anomáliích a indexu NAO, jeho hodnota je 0,161. Index NAO má obecně lepší korelaci s chladnými subsezónními anomáliemi než s teplými (tabulka 9). Je ovšem nutné zdůraznit, že zjištěné vazby jsou velmi slabé a nevysvětlují výskyt těchto anomálií.

**Tabulka 9: Vlastnosti subsezónních anomálií teploty vzduchu**

	<b>jaro</b>	<b>léto</b>	<b>podzim</b>	<b>zima</b>
<b>95% percentil z odchylek</b>	7,3°C	6,7°C	6,0°C	6,7°C
<b>5% percentil z odchylek</b>	-7,0°C	-5,9°C	-5,8°C	-8,0°C
<b>počet teplých subsezónních anomálií</b>	56	57	55	40
<b>počet dní v teplých subsezónních anomáliích</b>	239	229	221	177
<b>počet chladných subsezónních anomálií</b>	55	48	67	60
<b>počet dní v chladných subsezónních anomáliích</b>	211	175	270	306
<b>největší kladná odchylka</b>	15,1°C	13,6°C	13,0°C	13,3°C
<b>největší záporná odchylka</b>	-14,4°C	-9,4°C	-14,8°C	-23,2°C
<b>nejdelší teplá subsezónní anomálie (dnů)</b>	11	9	11	12
<b>nejdelší chladná subsezónní anomálie (dnů)</b>	7	9	11	15
<b>průměrná doba trvání teplé subsezónní anomálie</b>	4,3	4,0	4,0	4,4
<b>průměrná doba trvání chladné subsezónní anomálie</b>	3,8	3,6	4,0	5,1
<b>koefficient determinace (teplé subsezónní anomálie)</b>	0,041	0,002	0,017	0,006
<b>koefficient determinace (chladné subsezónní anomálie)</b>	0,022	0,012	0,030	0,161

zdroj dat: ÚFA AVČR (2011) , NCAR (2012a,b,c,d)



## 4. POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ S POZNATKY JINÝCH AUTORŮ

Kolísání průměrné roční teploty vzduchu je v hlavních rysech ve shodě s dalšími sekulárními teplotními řadami stanic v České republice. Pro srovnání byly použity řady průměrných ročních teplot pro Brno a Prahu-Klementinum. Brněnská kompilovaná teplotní řada byla sestavena z pozorování na třech meteorologických stanicích (Brno-Pisárky, Brno-Květná a Brno-Tuřany). Brázdil a Štěpánek (1998) tvrdí, že brněnská kompilovaná teplotní řada je prakticky neovlivněna tepelným ostrovem města, což souvisí s polohou stanic zcela mimo dosah města (Tuřany) nebo v jeho okrajové části (Pisárky). Chladné výkyvy na Milešovce v letech 1940-1945, 1954-1956, 1962-1965 a 1978-1981 a teplé periody v letech 1947-1952 a od roku 1997 jsou zřejmé i z této kompilované řady. Toto zjištění je ve shodě s prací Pišoft, Kalvová a Brázdil (2004), která zkoumala teplotní trendy a cykly na datech z meteorologických stanic Praha-Klementinum, Brno a Milešovka. Charakter řady průměrných ročních teplot na Milešovce je v dobré shodě s pozorováním v Praze-Klementinu, nicméně je třeba brát v úvahu intenzifikaci městského ostrova, který zvětšuje hodnotu lineárního teplotního trendu o 27 % (Brázdil a Budíková, 1999). Podle Brázdil a Budíková (1999) byl v období 1905-1993 růstový lineární trend roční průměrné teploty na Milešovce o  $0,77^{\circ}\text{C}/100$  let menší, než v případě meteorologické stanice Praha-Klementinum. Tento rozdíl může být zapříčiněn z velké části městským tepelným ostrovem. Pro odhad trendů byla použita parametrická lineární regrese metodou nejmenších čtverců. Takto dosažené výsledky se podle Huth a Pokorná (2004) liší velmi málo od neparametrické metody mediánu párových sklonů, a proto je možné používat jednodušší lineární regresi, kterou nabízejí tabulkové editory. Zjištěný lineární trend (kapitola 3.1.1.) vzrostl o  $0,15^{\circ}\text{C}/100$  let v případě srovnání s obdobím 1905-2004 (Štekl a kol., 2005) a o  $0,42^{\circ}\text{C}/100$  let v případě porovnání s obdobím 1905-1997 (Brázdil, Štekl a kol., 1999). Kompilovaná brněnská řada má v období 1891-1995 rostoucí lineární trend  $1,02^{\circ}\text{C}/100$  let, v porovnání s obdobím 1905-1997 na Milešovce je to o  $0,42^{\circ}\text{C}/100$  let více. Ještě větší hodnotu lineárního trendu má Praha-Klementinum a to  $1,43^{\circ}\text{C}/100$  let pro období 1891-1995 (Brázdil a Štěpánek, 1998).

Při uvažování čtvrtletních hodnot lineárních trendů dochází k největšímu nárůstu teploty na jaře (kapitola 3.1.2), což je změna oproti období 1905-1997, kdy největší hodnotu ( $0,8^{\circ}\text{C}/100$  let) měl lineární trend v létě (Brázdil, Štekl a kol., 1999). Nicméně hodnota lineárního trendu v letním období (kapitola 3.1.2.) je pouze velmi málo odlišná od této hodnoty na jaře. Nárůst hodnoty lineárního trendu od období 1905-1997, které zpracoval

Brázdil, Štekl a kol. (1999) je největší na jaře, kdy nárůst činil  $0,78^{\circ}\text{C}/100$  let a v létě, kdy došlo ke zvětšení hodnoty trendu o  $0,57^{\circ}\text{C}/100$  let. Naopak na podzim došlo ke zvýšení trendu pouze o  $0,11^{\circ}\text{C}/100$  let. V kompilované brněnské řadě pro období 1891-1995 má největší rostoucí lineární trend léto a jaro (Brázdil a Štěpánek, 1998), což souhlasí s výsledkem analýzy provedené v této práci. Nicméně kvůli neaktuálnosti dat není možné přímé srovnání.

Z jednotlivých měsíců má v této práci největší lineární trend duben, druhý největší trend byl zjištěn v srpnu (kapitola 3.1.3.). K podobnému závěru došel Brázdil, Štekl a kol. (1999), tyto měsíce mají obrácené pořadí. Květen, který v období 1905-1997 vykazoval záporný lineární trend (Brázdil, Štekl a kol., 1999), má v případě období 1905-2010 rostoucí lineární trend. Tento trend je v porovnání s obdobím 1905-1997 o  $0,97^{\circ}\text{C}/100$  let větší. Naopak v prosinci došlo k poklesu hodnoty trendu víceméně na nulovou hodnotu (kapitola 3.1.3.). Měsíce duben a srpen mají v kompilované brněnské rovněž jedny z největších hodnot trendu (Brázdil a Štěpánek, 1998), což neodporuje dosaženým výsledkům v této práci.

Průměrná denní maximální teplota vzduchu roste rychleji než průměrná denní minimální teplota vzduchu (kapitola 3.1.4). Toto zjištění je ve shodě s prací Brázdila, Štekla a kol. (1999), která tyto charakteristiky popisuje pro období 1905-1997. Průměrná denní maximální a minimální teplota vzduchu určuje průměrnou denní amplitudu teploty vzduchu.

Weber a kol. (1997) vypracovali studii zabývající se převážně změnami průměrné denní amplitudy teploty vzduchu na nížinných a horských stanicích ve střední Evropě. V této studii byla zahrnuta i meteorologická observatoř Milešovka, nicméně byla použita data z období 1951-1990, tudíž přímé srovnání výsledků je obtížné. Weber a kol. (1997) tvrdí, že pokles průměrné denní amplitudy je větší v případě meteorologických stanic umístěných v malých nadmořských výškách, než v případě horských stanic. Nížinné stanice v období 1901-1990 zaznamenaly výrazný pokles průměrné denní amplitudy teploty vzduchu. Horské stanice ve stejném období vykazují pouze malé změny průměrné denní amplitudy teploty vzduchu, které jsou jak kladné, tak záporné. To odpovídá výsledku analýzy průměrné denní amplitudy v této práci, jelikož byl zjištěn nevýrazný rostoucí trend (kapitola 3.1.4). Podobný výsledek byl zjištěn pro období 1905-1997 (Brázdil, Štekl a kol., 1999).

Hejduk a Kasprzak (2004) použili mrazový index jako ukazatel tuhosti zimy v Brně. Největší hodnota mrazového indexu byla dosažena v zimě 1928/1929 a činila 544. Sládek (1988) označuje takovou zimu jako „ostrá zima“. V tomto roce byla zjištěna jedna z nejtuzších zim i na Milešovce (kapitola 3.1.6.1.), velikost mrazového indexu byla 779 což

značí „tvrdou zimu“. Absolutně největší hodnota mrazového indexu na Milešovce měla hodnotu 976 a byla v zimě 1946/1947. Tato zima by se podle Sládka (1988) označovala jako „třeskutá zima“.

Rostoucí tendence trendu délky velkého a malého vegetačního období na Milešovce, zjištěná z převládání charakteristických teplot (kapitola 3.1.6.2., kapitola 3.1.6.3.), je menší než v případě nízko položených observatoří Lovosice a Doksany. Podle Možný a Nekovář (2007) je na těchto stanicích v období 1876-2005 rostoucí trend 16 dní/100 let pouze pro začátek velkého vegetačního období a 12 dní/100 let pro začátek hlavního vegetačního období. Autoři studie se nezabývají trendy data ukončení těchto období, nicméně za předpokladu nezáporného trendu a s přihlédnutím k odlišnému období zpracování, jsou tyto hodnoty větší než v případě Milešovky. Rostoucí trend délky vegetačního období je patrný i z fenologických pozorování. Chmielewski a Rötzer (2001) udávají rostoucí trend délky vegetačního období v celé Evropě, nicméně z důvodu pouze třicetileté pozorovací řady není možné přímé srovnání.

Absolutní extrémů maximální denní teploty vzduchu jsou na jaře podle katalogu Hess-Brezowski nejčastěji zaznamenány při anticykloně nad střední Evropou (38 %), jihozápadní (17 %) a jižní (15 %) situací (kapitola 3.1.7.3). Podle Gerstengarbe a Werner (2010) se na jaře v období 1881-2009 vyskytovala anticyklona nad střední Evropou v 13,5 % dní, jihozápadní situace v 4,3 % a jižní situace v 9,0 % dní. Při zohlednění tohoto faktu je při tvorbě jarních absolutních extrémů maximální denní teploty vzduchu nejefektivnější jihozápadní situace, která i při malém procentu výskytu podmínila významné množství těchto extrémů díky advekci teplého oceánického vzduchu. Nicméně tento výsledek může být zkreslen faktem, že četnost výskytu jednotlivých situací není stálá. Například mezi obdobími 1881-1910 a 1979-2008 je velký rozdíl ve frekvenci výskytu jihozápadní situace (Gerstengarbe a Werner, 2010), a proto četnost v období 1881-2008 nemusí odpovídat četnosti v období, kdy byly absolutní extrémů maximální teploty vzduchu naměřeny. Nárůst frekvence synoptických situací s jižní složkou zmiňuje také Štekl a kol. (2005), kde je ovšem použit jiný katalog synoptických situací. Navíc je třeba přihlédnout k jisté míře subjektivity těchto katalogů. V letním období je situace velmi podobná jak z pohledu vazby absolutních extrémů maximální teploty vzduchu na synoptické situace, tak z hlediska frekvence výskytu jednotlivých synoptických situací. Na podzim jsou absolutní extrémů teploty vzduchu zaznamenány převážně při jihozápadní (41 %) a západní synoptické situaci (20 %). Jižní situace a anticyklona nad střední Evropou již nemá tak velký vliv (kapitola 3.1.7.3.). Podle

Gerstengarbe a Werner (2010) je jihozápadní synoptická situace na podzim čtenější než v případě jarního a letního období, z dlouhodobého hlediska se vyskytovala v 6,5 % dní. Naopak západní situace, která je odpovědná za jednu pětinu absolutních extrémů maximální teploty vzduchu, byla na podzim v období 1881-2008 ve 27,3 % dní. I na podzim je tedy jihozápadní situace velmi efektivní v případě tvorby extrémně vysokých teplot vzduchu, ovšem je nutno přihlídnout k výše zmíněným zkreslujícím vlivům. V zimním období měla na tvorbě absolutních extrémů maximální teploty vzduchu dominantní podíl západní synoptická situace (54 %) a také jihozápadní synoptická situace (23 %). I přes velkou frekvenci výskytu v zimě, která je z dlouhodobého hlediska 30,2 % (Gerstengarbe a Werner, 2010), narůstá schopnost západní oceánické advekce zvyšovat teplotu vzduchu a vytvářet extrémní hodnoty. Podobně jako v jarním období může docházet ke zkreslení tohoto výsledku, jelikož v posledních třiceti letech došlo k nárůstu frekvence výskytu západní situace oproti přelomu devatenáctého a dvacátého století (Gerstengarbe a Werner, 2010). K nárůstu četnosti západních synoptických situací v zimním období došlo i podle Štekla a kol. (2005).

Absolutní extrémy minimální teploty vzduchu jsou v jarním období podle katalogu Hess-Brezowski zaznamenány převážně při severní (48 %), východní (19 %) a severovýchodní (11 %) advekci (kapitola 3.1.7.3.). Dlouhodobá četnost severní synoptické situace je 20,0 %, východní advekce 10,7 % a severovýchodní situace 5,5 % (Gerstengarbe a Werner, 2010). Při zohlednění výše uvedené četnosti výskytu jednotlivých situací, je pro extrémní ochlazení nejefektivnější severní advekce. Východní advekce je na jaře oproti severní méně efektivní, pravděpodobně z důvodu prohřátí kontinentálního vzduchu nad Ruskem v druhé polovině jarního období. Stejně jako v případě absolutních extrémů maximální denní teploty vzduchu je třeba zohlednit změny v četnosti synoptických situací a určitou míru subjektivity katalogu. V létě se začíná projevovat ochlazující vliv oceánického vzduchu z Atlantického oceánu. Kromě severní (36 %) synoptické situace jsou absolutní extrémy minimální teploty vzduchu často způsobovány severozápadní (33 %) a západní advekcí (19 %). Severní synoptická situace se v létě v období 1881-2008 vyskytovala v případě 17,0 % dní, severozápadní v případě 11,1 % dní a západní situace měla 29,5% četnost (Gerstengarbe a Werner, 2010). Největší efektivitu, tedy podíl mezi četností extrémů při určité synoptické situaci a četností výskytu této synoptické situace, má severozápadní advekce. Na podzim se začíná Atlantický oceán chovat jako zásobník tepla, a proto se při tvorbě absolutních extrémů minimální teploty vzduchu uplatňuje hlavně severní (27 %) a východní (25 %) advekce. Vzhledem k faktu, že severní synoptická situace má na podzim

dlouhodobě četnost 14,1 %, což je více než dvojnásobek četnosti východní synoptické situace (Gerstengarbe a Werner, 2010), je východní advekce kontinentálního vzduchu na podzim účinnější v extrémním ochlazování. V zimním období má při tvorbě absolutních extrémů minimální teploty vzduchu dominantní vliv východní advekce (graf 23), a to i přes relativně malé (8,1 %) dlouhodobé zastoupení v období 1881-2008 (Gerstengarbe a Werner, 2010). Extrémní ochlazení způsobuje studený kontinentální vzduch z oblasti Ruska, kde v této sezóně setrvává rozsáhlá Sibiřská anticyklona.

Subsezónní anomálie teploty vzduchu byly vymezeny na základě průměrné denní teploty, takže při jejich genezi budou převládat advekční vlivy nad radiačním působením. Při radiačním chodu počasí dochází ke kompenzaci průměrné teploty vzduchu při intenzivním nočním vyzařování. Jarní teplé subsezónní anomálie se v prvních třech dekádách vyskytovaly málo a byly krátké (příloha 1). To se odráží v průměrných jarních teplotách v tomto období (graf 4). Od roku 1945 do roku 1948 byl zjištěn hojný výskyt těchto anomálií, zvláště v březnu a v dubnu. Naopak v období 1993-2009 se teplé subsezónní anomálie na jaře vyskytovaly především v dubnu a v květnu (příloha 1). Mezi těmito dvěma obdobími je perioda s převahou chladných subsezónních anomálií. Extrémní oteplování je na jaře převážně způsobováno synoptickou situací „anticyklona nad střední Evropou“ (graf 22). Podle Gerstengarbe a Werner (2010) tato situace souvisí s jihozápadní, jižní a jihovýchodní anticyklonální situací. Přibližně v období 1960-1990 byl zaznamenán pokles anticyklonálních situací (Cahynová a Huth, 2009, Gerstengarbe a Werner, 2010), což by mohlo způsobit snížení počtu teplých subsezónních anomálií v tomto období. Avšak je třeba zdůraznit, že do anticyklonálních situací jsou zařazeny i situace se západní, severní a východní složkou proudění, a proto může být tato souvislost zkreslena. Pro období poslední patnácti let jsou typické teplé subsezónní anomálie nastávající převážně v dubnu, podmíněné zvyšující se četností synoptických situací s jižní složkou proudění (Gerstengarbe a Werner, 2010, Štekl a kol., 2005). Toto neodpovídá klasické představě singularit, jelikož žádná kladná singularita není pro měsíc duben uváděna (Kolektiv autorů, 1969). Naopak „ochlazení v polovině března“ a „ledoví muži“ v květnu nemají v posledních patnácti letech odpovídající subsezónní anomálie s podnormální teplotou. Velký počet květnových chladných subsezónních anomálií byl zaznamenán ve čtyřicátých a padesátých letech (příloha 1), což by, podle mého názoru, možná mohl být základ pro tradování této singularity v mnoha českých pracích.

V létě, zvláště v červnu, byla v prvních dvou dekádách výrazná převaha chladných subsezónních anomálií. Naopak od roku 1994 v létě výrazně dominují teplé subsezónní

anomálie nad chladnými. Mezi těmito dvěma obdobími se nenacházejí žádné výrazné periody převládání jednoho typu anomálií (příloha 2). Domnívám se, že výše zmíněné červnové chladné subsezónní anomálie v prvních dvou dekádách mohli být základem pro vymezení singularity „červnové ochlazení“, která by měla souviset se zesílenou advekcí oceánického vzduchu ze západu (Kolektiv autorů, 1969). Podle (Cahynová a Huth, 2009) dochází v devadesátých letech v létě k poklesu západní a severozápadní advekce na úkor jižní a jihozápadní, což by mohlo souviset s častým výskytem teplých subsezónních anomálií v posledních dvou dekádách v červnu. Singularita „vrcholení léta“, která by měla být obdobím s výskytem největších teplot v roce (Kolektiv autorů, 1969), je vzhledem k poznatkům z kapitoly 3.1.5.1 velmi sporná. Rozkolísanost dne výskytu maximální roční teploty (graf 6) odporuje představě singularity, která by podle Smolen a kol. (1980) měla být vázána na určité kalendářní období roku.

V podzimním období v prvních dvou dekádách pozorování převládaly zvláště v listopadu chladné subsezónní anomálie. Listopadové chladné subsezónní anomálie byly časté i v období 1965-1993. Naopak teplé subsezónní anomálie převládají v září (příloha 3). V tomto měsíci je extrémní oteplení nejčastěji způsobeno jihozápadní synoptickou situací. Dále se při vytváření extrémně velkých teplot uplatňuje západní a jižní advekce, která má podle katalogu Hess-Brezowski téměř vždy anticyklonální charakter. Teplé periody vznikají i při synoptické situaci „anticyklona nad střední Evropou“ (graf 22). Tento soubor anticyklonálních situací podmiňuje charakter počasí, které se označuje termínem „babí léto“ (Kolektiv autorů, 1969). Nicméně se domnívám, že pro výzkum této subsezóny by bylo lepší zkoumat meteorologické prvky, které jsou pro babí léto typické a to např. poměr délky slunečního svitu ku délce astronomicky možného slunečního svitu nebo velikost odchylky tlaku vzduchu. Pro avizovanou singularitu „oteplení koncem listopadu“ (Kolektiv autorů, 1969) nebylo v příloze 3 nalezeno odpovídající množství teplých subsezónních anomálií. Paradoxně jsou v posledních deseti letech časté teplé subsezónní anomálie právě na konci října a v listopadu (příloha 3), které jsou podle katalogu Hess-Brezowski způsobeny jižní, jihozápadní a západní advekcí, která je převážně cyklonálního charakteru.

V zimě je velké množství chladných subsezónních anomálií koncentrováno do období 1939/1940-1941/1942 (příloha 4). V tomto období je průměrná hodnota zimního indexu NAO rovna -1,23 (NCAR, 2011d), což je značně podprůměrná hodnota. Předpokládám, že s tímto jevem souvisí snížení četností zonálních cirkulačních typů na úkor typů meridionálních, což zjistily Gerstengarbe a Werner (2010). Teplé subsezónní anomálie jsou časté v posledních

dvou dekáдах zvláště v druhé polovině zimy (příloha 4) a způsobují časté oblevy. Podle Štekla a kol. (2005) jsou zapříčiněny nárůstem frekvence synoptických situací se západní složkou proudění. Zjištění četných oblev je v souladu s výsledky dosaženými v kapitole 3.1.6.5. Kolektiv autorů (1969) uvádí pro zimní období tři singularity – „vánoční oteplení“, „vrcholení zimy“ a „návrat zimy“. „Vánoční otelení“, které by mělo nastávat v polovině prosince a mělo by být způsobováno teplou západní advekcí se v příloze 4 hledá obtížně. Singularita „vrcholení zimy“ je velmi sporná ze stejného důvodu jako „vrcholení léta“. Časové umístění dne s minimálními ročními teplotami vzduchu je velmi proměnlivé (graf 7). Chladné subsezónní anomálie v únoru, které by mohly být základem pro singularitu „návrat zimy“ jsou patrné do padesátých let dvacátého století, v posledních pěti dekáдах se vyskytují jen sporadicky (příloha 4).

## 5. ZÁVĚR

Rozbor sekulární teplotní řady meteorologické observatoře Milešovka, který byl vypracován s využitím aktuálních dat, ukazuje, že místní klima má svůj specifický charakter. Lineární trend průměrné roční teploty vzduchu je menší, než v případě dalších stanic s dlouhou pozorovací řadou. I přes to lze pozorovat výrazné oteplení v posledních dvou dekádách, zvláště na jaře a v létě. Tento trend je vypočítán z více než stoleté teplotní řady a není ovlivněn městským tepelným ostrovem, a proto má Milešovka v klimatologickém výzkumu velký význam. Jelikož průměrná maximální denní teplota vzduchu roste rychleji než minimální teplota vzduchu, zvětšuje se průměrná teplotní amplituda. Ukazuje se, že tento fenomén je specifickým horského podnebí, jelikož v nížinách dochází se změnou klimatu k poklesu amplitudy teploty vzduchu. S nárůstem teploty vzduchu dochází ke zkracování mrazového období a k prodlužování trvání velkého i hlavního vegetačního období. Dalším z projevů změny klimatu je kumulace absolutních extrémů maximální denní teploty vzduchu do období posledních let. Více jak třetina těchto extrémů připadá na poslední patnáctiletí pozorování, naopak četnost absolutních extrémů minimální denní teploty vzduchu od poloviny dvacátého století klesá. Vazba absolutních denních extrémů na synoptické situace je dobře vyjádřena. Příčinné synoptické situace se v jednotlivých sezónách mění a vyjadřují tak teplotní režim v západní části Eurasie a na přilehlých mořích. Byly zjištěny velké meziroční rozdíly v čase výskytu absolutního ročního maxima a minima. Tento výsledek zpochybňuje existenci tradovaných singularit, označovaných jako vrcholení zimy a vrcholení léta. K dalším singularitám, které se projevují v průměrné denní teplotě vzduchu, se velmi obtížně hledají odpovídající anomálie. Určité déletrvající odchylky, vyskytující se v přibližně shodném období se dají nalézt pouze pro krátkou periodu v řádu jednotek let. Domnívám se, že takovéto kumulace odchylek daly vzniknout představám o relativně pravidelných singularitách. Nicméně období s převládáním určitých odchylek teploty vzduchu nejsou kvůli přirozené proměnlivosti klimatu stálá a postupem času se vzájemně kompenzují. Proto si myslím, že často velmi rozdílné výsledky v pracích zabývajících se singularitami v České republice jsou více způsobeny časovým, než prostorovým hlediskem. Index NAO s délkou subsezónních anomálií nekoreluje. Další výzkum tohoto fenoménu by mohl být směřován k vývoji a zdokonalování dalších metod detekce subsezónních anomálií, k porovnání jejich prostorové proměnlivosti a k jejich genetické klasifikaci. Na základě této databáze by bylo možné odvodit podrobnější klimatologické aspekty těchto jevů.



## 6. LITERATURA A ZDROJE DAT

### LITERATURA

BAYER, K. (1955): Singularity teploty na Milešovce v období 1910-1939. Meteorologické zprávy, 8, č. 2, s. 35-42.

BAYER, K. (1956a): Vánoční oblevy v období 1905-1954. Meteorologické zprávy, 9, č. 1, s. 8-15.

BAYER, K. (1956b): Pravidelná ochlazení na konci května a v červnu. Meteorologické zprávy, 9, č. 4, s. 97-105.

BRÁZDIL, R., BUDÍKOVÁ, M. (1999): An urban bias in air temperature fluctuation at the Klementinum, Prague, The Czech republic. Atmospheric Environment, s. 4211-4217.

BRÁZDIL, R., ŠTEKL, J. a kol. (1999): Klimatické poměry Milešovky, 1. vyd., Academia, Praha, 433 s.

BRÁZDIL R., ŠTĚPÁNEK P. (1998): Kolísání teploty vzduchu v Brně v období 1891-1995. In: Geografie – Sborník České geografické společnosti, 103, č. 1, s. 13-30.

CAHYNOVÁ, M., HUTH, R. (2009): Changes of atmospheric circulation in central Europe and their influence on climatic trends in the Czech Republic. Theoretical and Applied Climatology, 96, s. 57-68.

GERSTENGARBE, F., W., WERNER, P., C. (2010): Katalog der grosswetterlagen Europas (1881-2009) nach Paul Hess und Helmut Brezowski 7., verbesserte und ergänzte auflage, Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung e.V., Potsdam, 146 s.

HEJDUK, S., KASPRZEK, K. (2004): Mrazový index a hloubka promrání půdy jako možné ukazatele změny klimatu. In: Seminář „Extrémy počasí a podnebí“, Česká bioklimatologická společnost, Brno, 6 s.

HELSEL, D., R., FRANS, L., M., (2006): Regional Kendall Test for Trend. Environmental Science and Technology, 40, č. 13, s. 4066–4073.

HUTH, R., POKORNÁ, L. (2004): Parametric versus non-parametric estimates of climatological trends. Theoretical and Applied Climatology, 77, s. 107-112.

CHMIELEWSKI, F., M., RÖTZER, T. (2001): Response of tree phenology to climate change across Europe. Agricultural and forest meteorology, 108, s. 101-112.

KOLEKTIV AUTORŮ (1969): Podnebí ČSSR – Souborná studie, 1. vyd., HMÚ, Praha, 356 s.

KŘÍŽ a kol. (1989): Hydrometeorologický potenciál - změny a kolísání meteorologických a hydrologických prvků na území ČSSR – výběr klíčových metodik pro zpracování údajů a vyhodnocení výsledků, část 1., ČHMÚ, Ostrava, 25 s.

MOŽNÝ, M., NEKOVÁŘ, J. (2007): Dlouhodobé kolísání počátku vegetační sezóny v Polabí v letech 1876-2005. Meteorologické zprávy, 60, č. 1, s. 23-26.

National Center for Atmospheric Research (2012): Hurrell North Atlantic Oscillation (NAO) Index (PC-based), <http://climatedataguide.ucar.edu/guidance/hurrell-north-atlantic-oscillation-nao-index-pc-based>.

PARKINS a kol. (2004): Final 2004 annual groundwater monitoring report. HydroGeoLogic, inc., Sacramento, 34 s.

PIŠOFT P., KALVOVÁ J., BRÁZDIL R. (2004): Cycles and trends in the Czech temperature series using wavelet transforms, International Journal of Climatology, 24, č. 13, s. 1661-1670.

RADOVÁ, M., KYSELÝ J. (2009): Temporal instability of temperature singularities in a long-term series at Prague-Klementinum. Theoretical and Applied Climatology, 95, s. 235-243.

ŘEZNÍČKOVÁ, L., BRÁZDIL R., TOLASZ, R. (2007): Meteorological singularities in the Czech Republic in the period 1961–2002. Theoretical and Applied Climatology, 88, s. 179-192.

SLÁDEK, I. (1988): Dlouhodobý vývoj tuhosti zim a posuzování podmínek promrzání podloží vozovek. In: sborník konference "Regulovanie a zlepšovanie teplotneho režimu vozoviek", Dom techniky CSVTS, Bratislava, s. 36 – 41.

SLÁDEK, I. (1989): Určování nástupu a ukončení zvolených teplot vzduchu metodou součtových řad odchylek. Meteorologické zprávy, 42, s. 52-56.

SLÁDEK, I. (2012): Osobní sdělení

SMOLEN a kol. (1980): Bioklimatologický slovník terminologický a explikativní, Academia, Praha, 242 s.

ŠTEKL, J. a kol. (2005): Milešovka a milešovský region, Academia, Praha, 182 s. (ISBN 80-200-1376-8)

ŠTEKL, J., ZACHAROV, P. (1993): Ověření homogenity teplotní řady na Milešovce, 1. vyd., ČHMÚ, Praha, 36 s. (ISBN 80-85813-04-1)

WEBER, R., O. a kol. (1997): 20th-century changes of temperature in the mountain regions of central Europe. Climatic Change, 36, č. 1, s. 327-344.

## ZDROJE DAT

Ústav fyziky atmosféry akademie věd České republiky (2011): Průměrná, maximální a minimální denní teplota na meteorologické observatoři Milešovka v období 1905-2010, [CD-ROM].

Český úřad zeměměřičský a katastrální (2010): Základní báze geografických dat České republiky (ZABAGED) - výškopis - 3D vrstevnice, [DVD-ROM].

Gerstengarbe, F., W., Werner, P., C. (2010): Katalog der grosswetterlagen europas (1881-2009) nach Paul Hess und Helmut Brezowsky 7., verbesserte und ergänzte auflage, Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung e.V., Potsdam, 146 s.

National Center for Atmospheric Research (2012a): Hurrell PC-Based North Atlantic Oscillation Index (MAM) [[https://climatedataguide.ucar.edu/sites/default/files/cas\\_data\\_files/asphilli/nao\\_pc\\_mam.txt](https://climatedataguide.ucar.edu/sites/default/files/cas_data_files/asphilli/nao_pc_mam.txt)]

National Center for Atmospheric Research (2012b): Hurrell PC-Based North Atlantic Oscillation Index (JJA) [[https://climatedataguide.ucar.edu/sites/default/files/cas\\_data\\_files/asphilli/nao\\_pc\\_jja.txt](https://climatedataguide.ucar.edu/sites/default/files/cas_data_files/asphilli/nao_pc_jja.txt)]

National Center for Atmospheric Research (2012c): Hurrell PC-Based North Atlantic Oscillation Index (SON) [[https://climatedataguide.ucar.edu/sites/default/files/cas\\_data\\_files/asphilli/nao\\_pc\\_son.txt](https://climatedataguide.ucar.edu/sites/default/files/cas_data_files/asphilli/nao_pc_son.txt)]

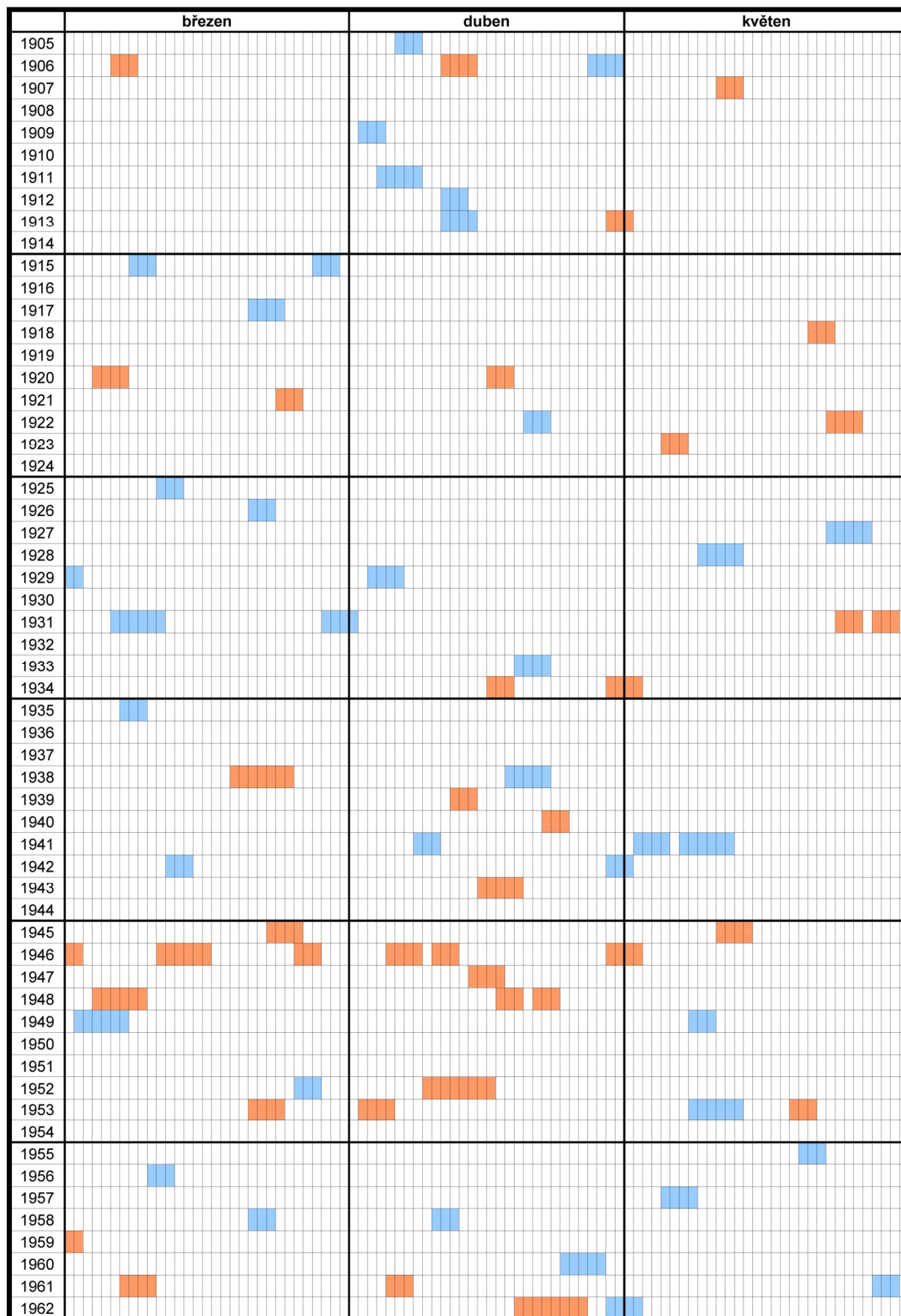
National Center for Atmospheric Research (2012d): Hurrell PC-Based North Atlantic Oscillation Index (DJF) [[https://climatedataguide.ucar.edu/sites/default/files/cas\\_data\\_files/asphilli/nao\\_pc\\_djf.txt](https://climatedataguide.ucar.edu/sites/default/files/cas_data_files/asphilli/nao_pc_djf.txt)]

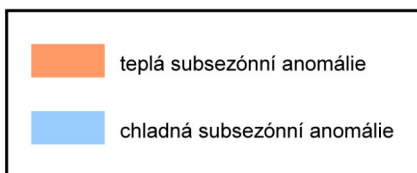
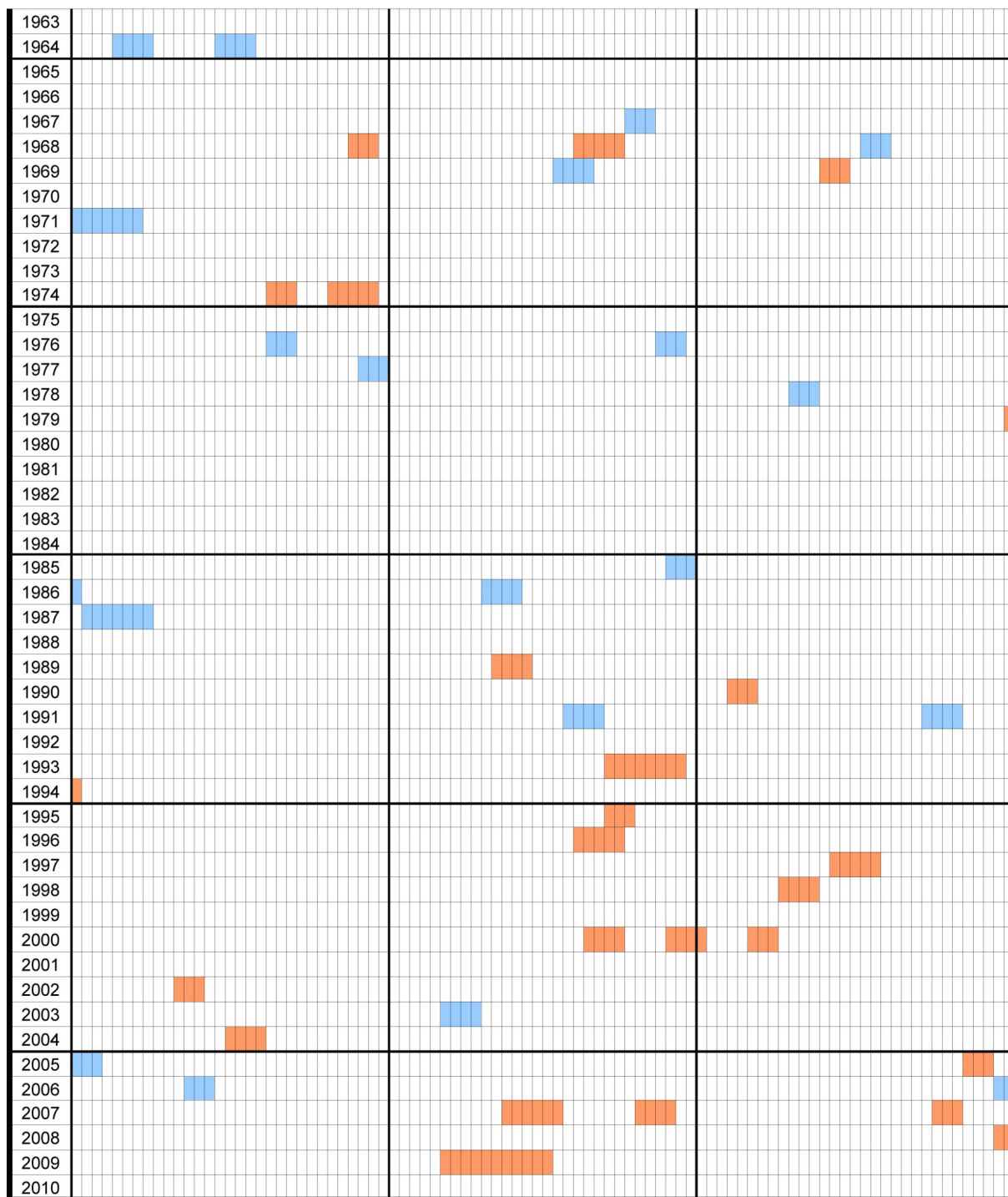
Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka (2011): Digitální báze vodohospodářských dat (DIBAVOD), [<http://www.dibavod.cz/>].

## 7. SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 .....	Subsezónní anomálie teploty vzduchu na jaře
Příloha 2 .....	Subsezónní anomálie teploty vzduchu v létě
Příloha 3 .....	Subsezónní anomálie teploty vzduchu na podzim
Příloha 4 .....	Subsezónní anomálie teploty vzduchu v zimě

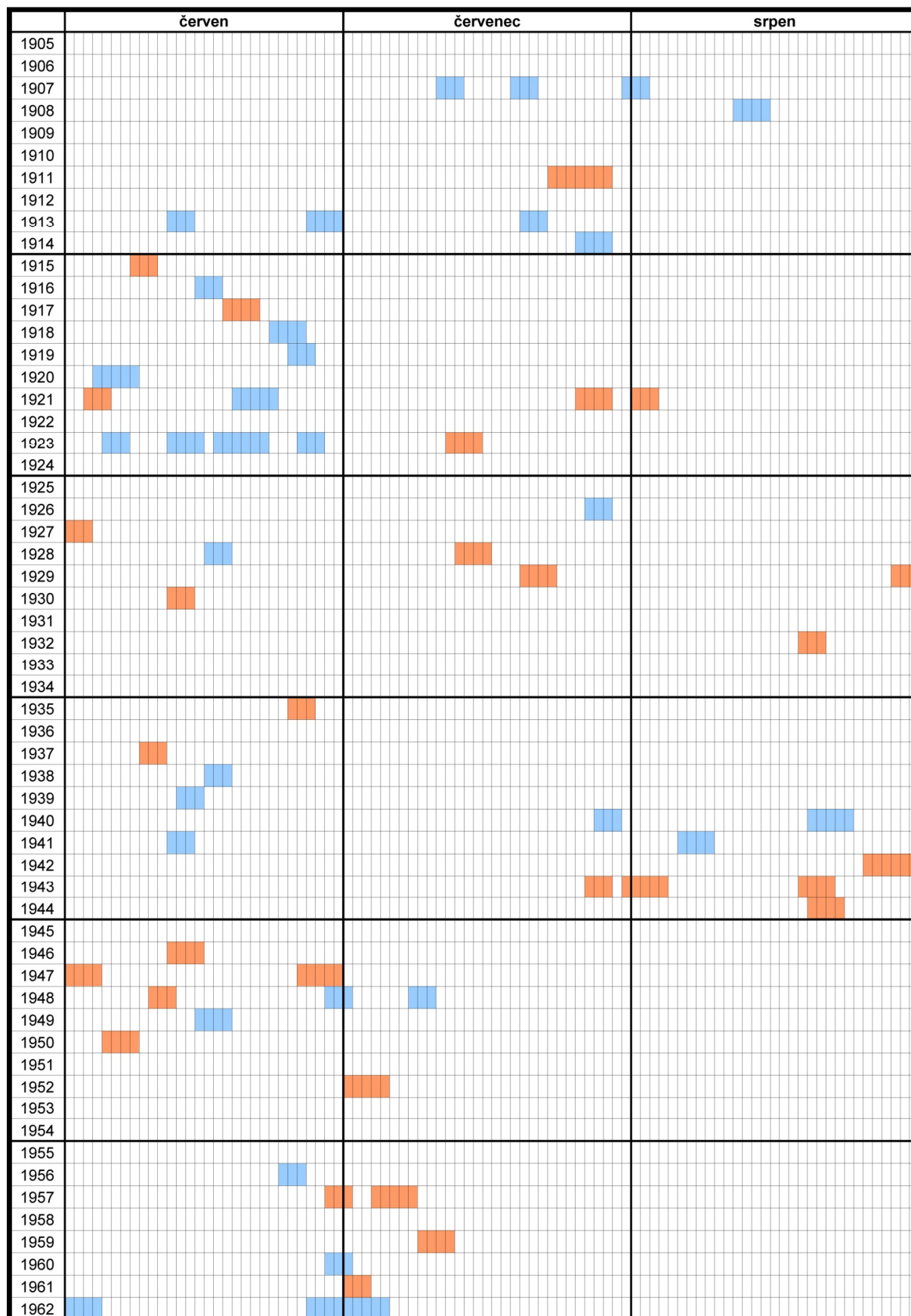
**Příloha 1: Subsezónní anomálie teploty vzduchu na jaře**



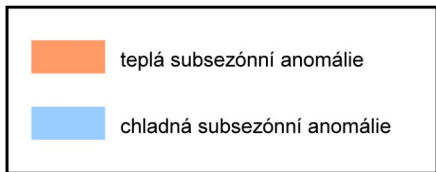
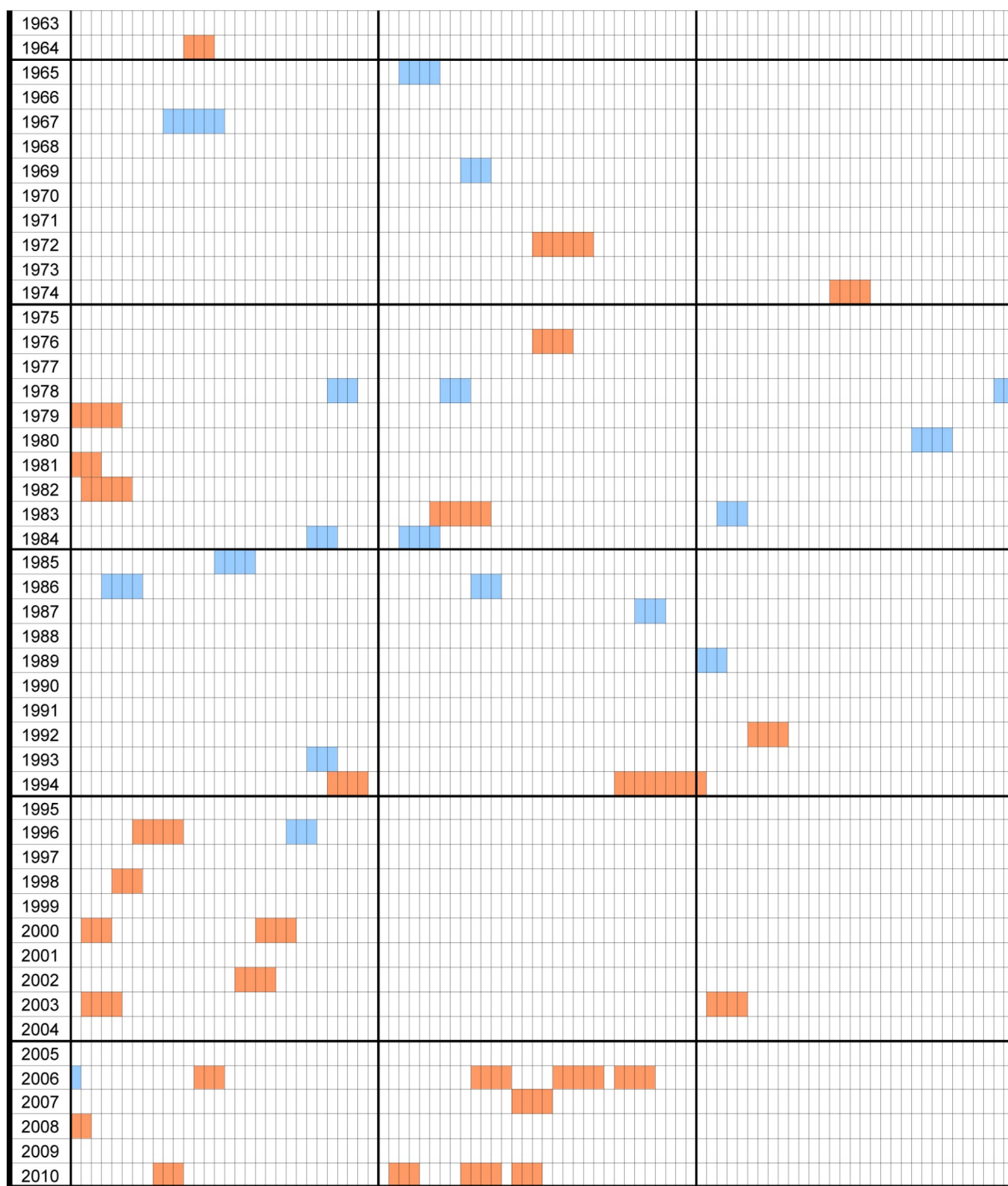


zdroj dat: ÚFA AVČR (2011)

**Příloha 2: Subsezónní anomálie teploty vzduchu v létě**

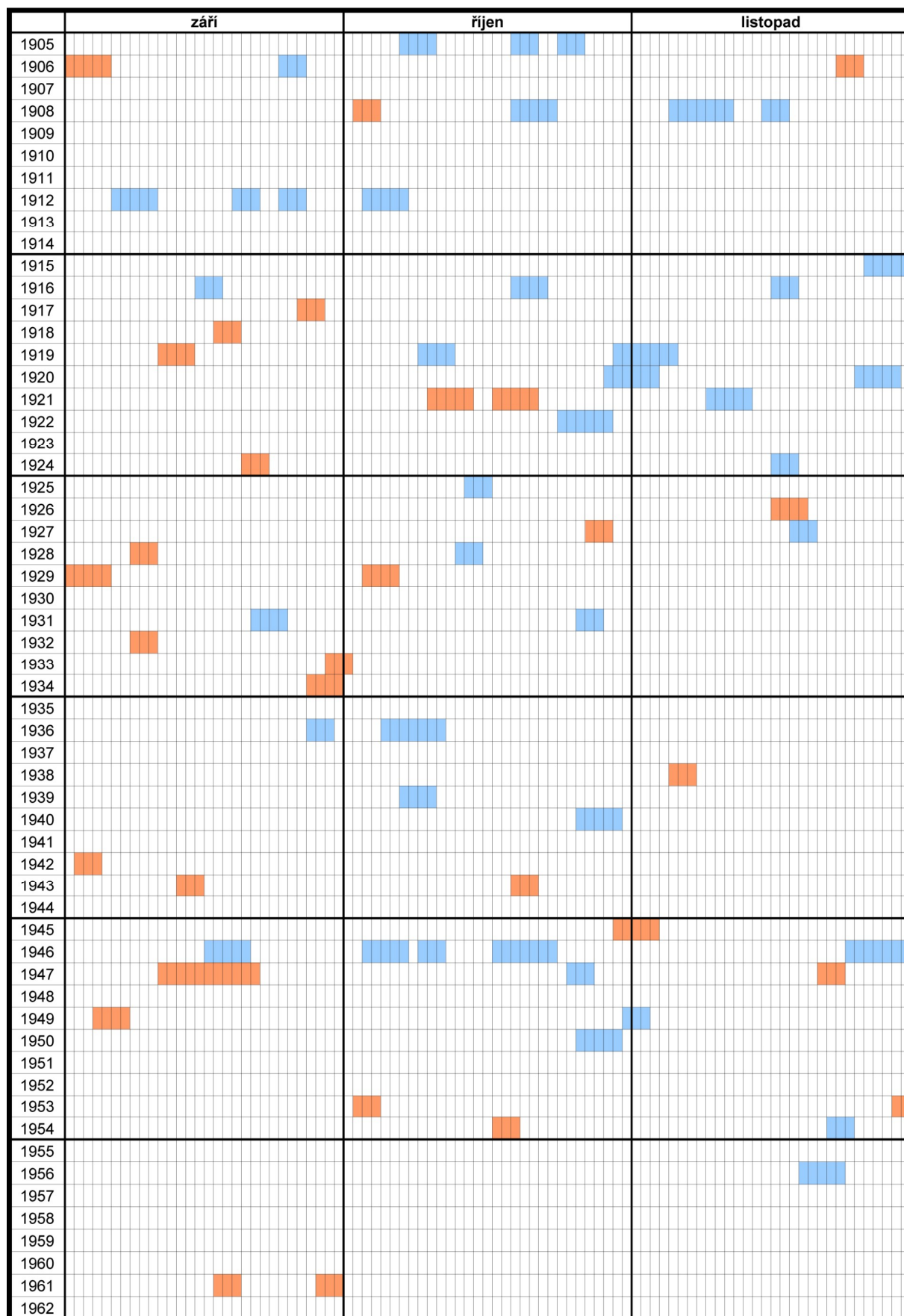


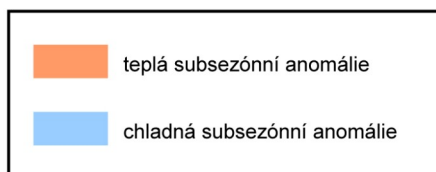
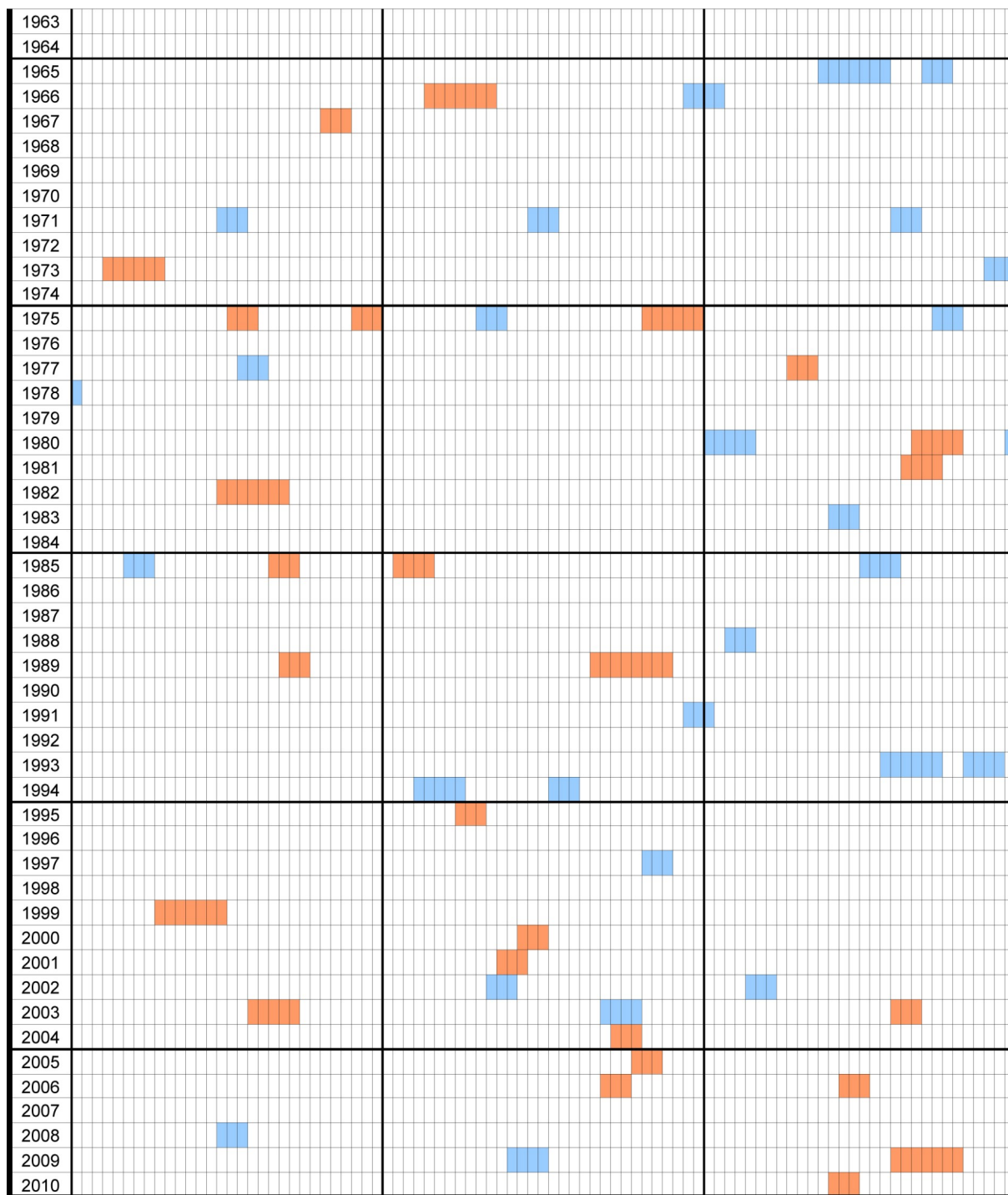




zdroj dat: ÚFA AVČR (2011)

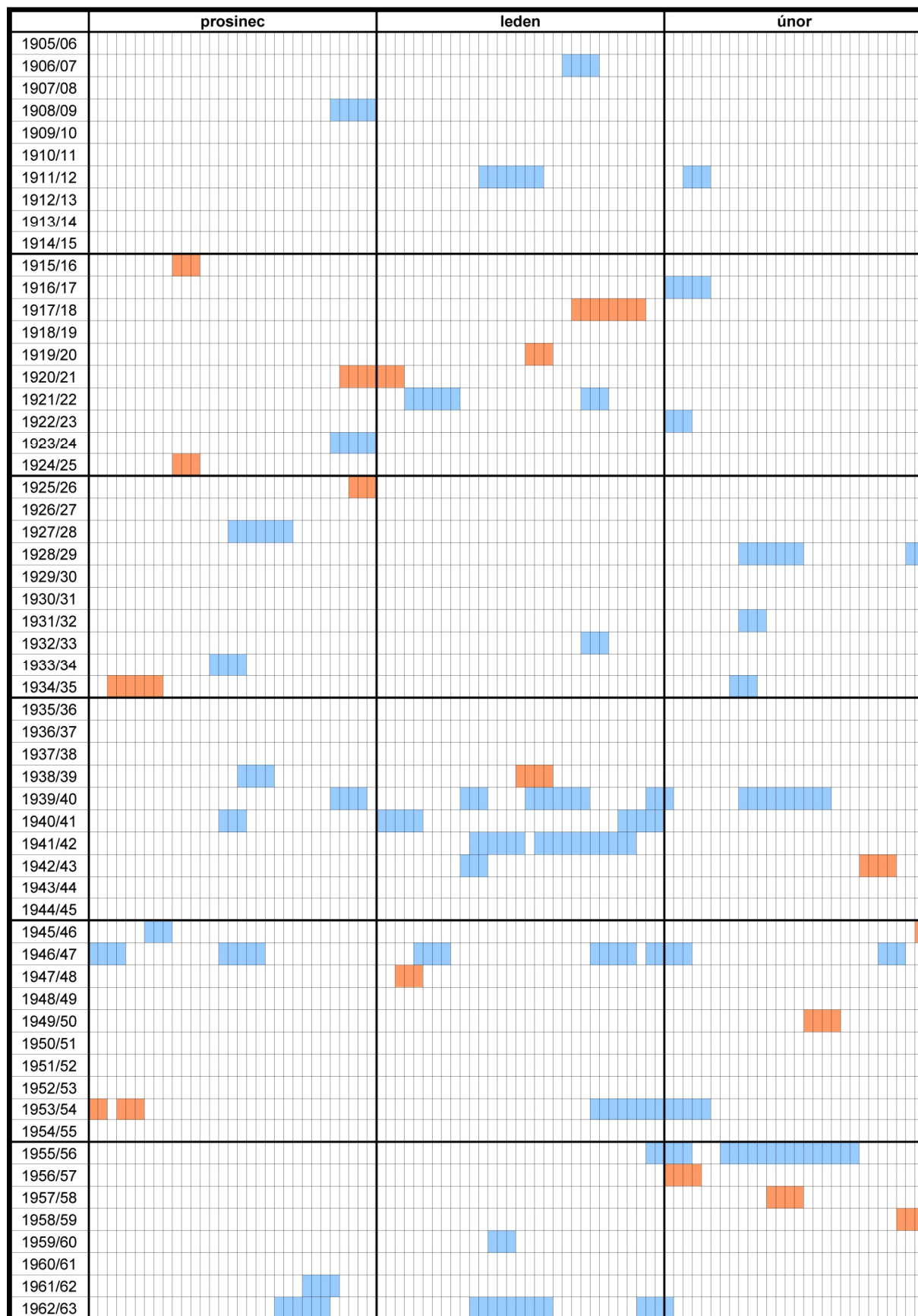
**Příloha 3: Subsezónní anomálie teploty vzduchu na podzim**

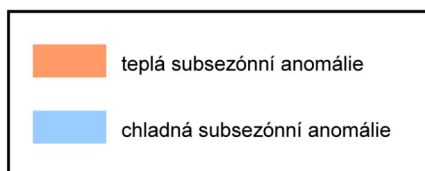
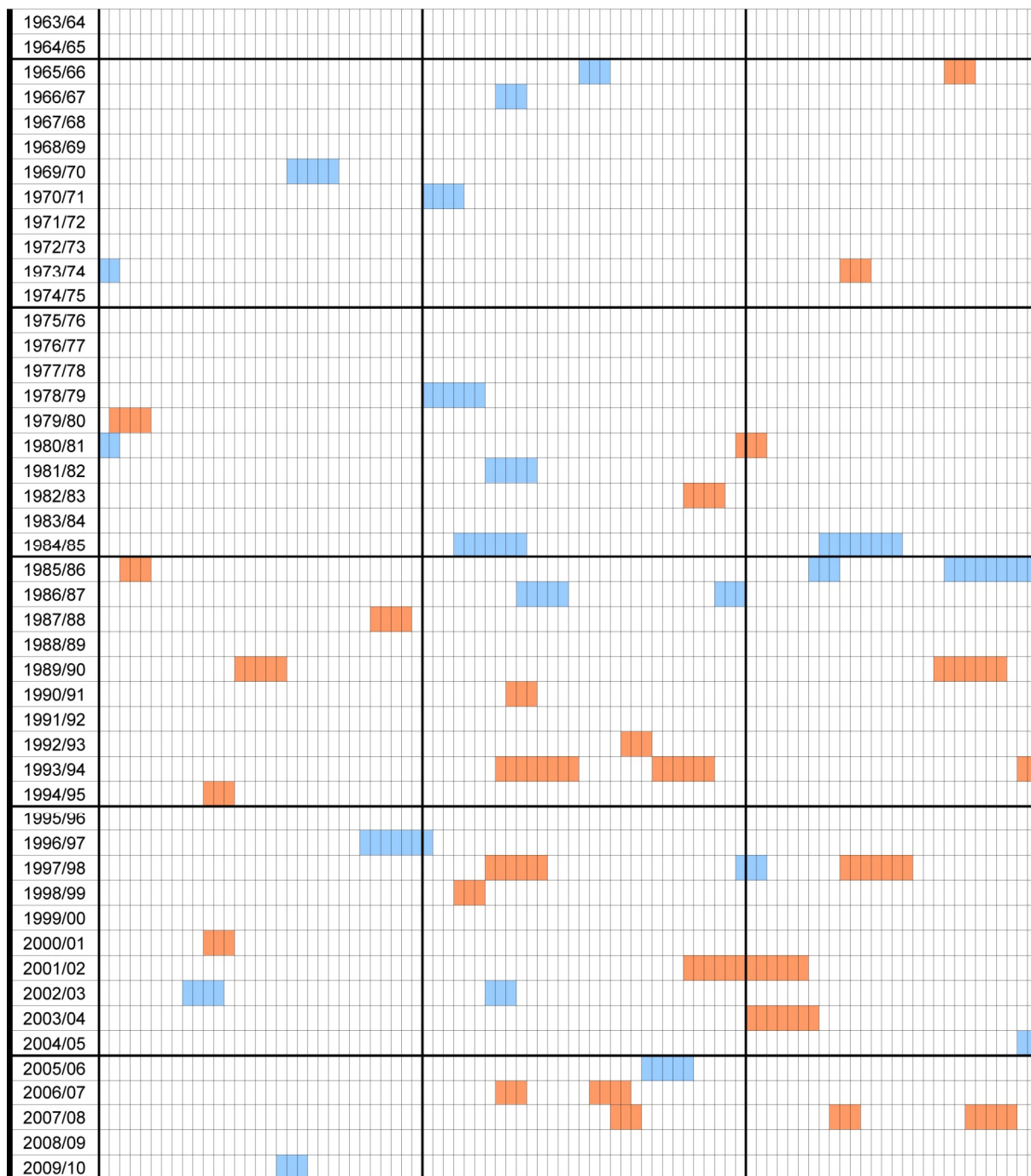




zdroj dat: ÚFA AVČR (2011)

**Příloha 4: Subsezónní anomálie teploty vzduchu v zimě**





zdroj dat: ÚFA AVČR (2011)

## PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych chtěl poděkovat zaměstnancům Ústavu fyziky atmosféry AV ČR v.v.i. za ochotné poskytnutí nadstandardního množství teplotních dat. Dále bych rád poděkoval svému školiteli za ochotu při vedení této diplomové práce a také lidem, kteří mě při jejím psaní podporovali.